Szücs Ervin

Beszélgessünk a technikáról

A Szentlőrinci Általános Iskola
tanárainak és tanulóinak

Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979

Szücs Ervin

Beszélgessünk a technikáról

Lektorálta:

Dr. Kiss István
okl. villamosmérnök,
az MTA/OM Köznevelési
Bizottság Technikai nevelés
Munkabizottságának titkára

© Dr. Szücs Ervin, 1979

ETO: 62 (021. 1)
ISBN: 963 10 2503 9

Felelős szerkesztő: Guller Jánosné villamosmérnök

Tartalomjegyzék

Előszó helyett

I. Gulliver és a technika 13

1. Gulliver Gépországban 14
2. Gulliver Antitechnika szigetén 26
3. Beszélgetés Antitechnika „védőjével" 28
4. Beszélgetés Gépország „védőjével" 38

II. Mi a technika? 46

1. Időgéppel a technika nyomában 46
2. Tizenévesek a technikáról 57
3. A sport és a technika 65
4. Milyen „korban" élünk? 74
5. Az otthon és a technika 82
6. A technika veszélyei 95

III. Információrobbanás? 104

1. Egy képzelt levél a Szerzőhöz 104
2. Itt az „özönvíz"? 106
3. A képtől a betűig 110
   Válságban a barlangrajzolás 110
   Válságban a könyvírás 114
   Válságban a könyvkiadás 115
   Válságban a könyvnyomtatás 118

4. A csontsíptól a magnetofonig 119
5. A rendszerezésről 125
A szoba tárgyainak rendezése 125
Tizenévesek a rendszerszemléletről 131
6. Rend és rendszer 137
A könyvtárak tárolási rendszere 138
A számítógép 142
7. Rendszerezett ismeretek 153

IV. A műszaki rendszer 154

1. Riport az autógyárban 154
2. Beszélgetés a riportról 158
3. A rendszer állapota 161
4. A műszaki rendszerek tulajdonságai (Kérdés—felelet) 170
5. Történetek, amelyeknek nincs közük egymáshoz (vagy talán mégis?) 176
6. A szabályozás 179
7. Egy ország „állapotjellemzése" 186
8. Műszaki rendszerek állapotjellemzése 191
9. Energiaváltozás 198
10. Az állapotjellemzők két típusa 204
11. Mérleg a technikában 205
Áram 207
Forrás 211
Feltételek 213
12. Egy igaz történet 216
13. Miért jobb? (Kérdés-felelet) 218
Hatásfok, teljesítmény, gazdaságosság 218
Mérés 221
14. Műszaki rendszerszemlélet 228

V. A holnap technikája 234

1. Ez lehetetlen! 235
2. Feladat a technikában 239
3. Út a csúcsra 244
Az eltévedt turisták 244
Az Olvasó közbeszól 246
4. Az alkotó fantázia 252

A megszokott feltételek 256
A megszokott funkció 259
A megszokott forma 260
A megszokott anyagok 264
Felismerni a hasonlóságot 264
Az alkotás útja 265
5. Történetek ugyanarról (vagy talán mégsem?) 270
A megjósolt katasztrófa 270
A jövő év divatja 270
Megérdemelt győzelem 271
Részlet egy fizikaóráról 271
Tudósítás a lipcsei vásárról 272
Pincért helyettesít a modellvasút 272
Részlet a Magyar Értelmező Kéziszótárból 272
6. Modellezés 273

Amikről nem beszéltünk 284

Előszó

Újabb könyv a technikáról!? Kell ez nekem? — ez lehet az Olvasó első kérdése, amikor a könyv címlapját meglátja. „A tudományos technikai forradalom korában élünk!" Nap mint nap elhangzik ez a mondat a rádióban és tv-ben, olvashatjuk az újságokban és a folyóiratokban. Ki győzné felsorolni a népszerű tudományos ismeretterjesztő könyveket, amelyek e kérdéssel foglalkoznak?

És mégis! Számos félreértés vagy félremagyarázás akadályozza a technikai műveltség terjedését. Egyesek leszűkítik a technikát „alkalmazott természettudománnyá", mások a különböző tudományágak eltérő jellegét hangsúlyozzák. Sokak számára a technika titokzatos, kicsit misztikus, néha félelmetes „épületnek" tűnik, amit legfeljebb csak messziről lehet szemlélni, de „rejtelmeit" megismerni szinte kilátástalan. Nem kicsiny azoknak a száma sem, akik a mindenek felett álló technikát, a technikus uralmát (technokráciát) hirdetik. Az ilyen téves nézeteket szeretné eloszlatni ez a könyv. Technikai érdekességek nélkül érdekessé tenni a technikát csak úgy lehet, ha legkülönbözőbb eszközöket (a vitát, a szemléltető képeket, itt-ott még a mesét is) igénybe véve a *„technikai gondolkodás"* szépségét mutatjuk meg. A titokzatosságot csak úgy lehet eloszlatni, ha sikerült közösen eljutnunk a különböző technikai folyamatok *egységes szemléletéig:* meggyőzve az Olvasót — bármilyen is legyen érdeklődési köre — arról, hogy a rendszerező elvek, az egységes törvények ismeretében könnyebb megérteni (és használni) a technikát.

Az ún. technikai műveltség ma már elválaszthatatlan része az általános emberi műveltségnek. Mindenki számára kielégítő, teljes képet nyújtani erről egy könyvön belül — reménytelen próbálkozás lenne. A legfontosabb szempont az volt, hogy — a lehetőség szerint — minél több Olvasó figyelmét felkeltsük a TECHNIKA iránt.

Az olvasás megkönnyítésére „KRESZ-táblák"-at helyeztünk el a könyv margóján. A legtöbb helyen az

tábla jelzi, hogy köztük regényolvasási sebességgel is haladhatunk. Ahol azonban a

tábla jelenik meg, valóban álljunk meg (rövidebb-hosszabb időre) és gondoljuk át jól az ott leírt részt. Más összefüggő részeknél viszont éppen a

táblával hívjuk fel a figyelmet arra, hogy a gondolatmenet egészének lezárása előtt ne hagyjuk abba az olvasást.
A véleményünk szerint fokozatosan nehezebbé váló részeket „kapaszkodó"-val

jelöltük. A gépkocsivezetők tudják, hogy ilyen helyeken „alacsonyabb sebesség-fokozatba" kell visszakapcsolni! Ezt javasoljuk mi is Olvasóinknak, esetleg azt, hogy ezeket a részeket első alkalommal kihagyhatják és csak a második olvasásnál térjenek vissza rá. Figyeljünk fel a

táblákra is, mert a figyelmetlenség ezeken a helyeken könnyen vezethet arra, hogy „kisodródunk az úttestről"! A különösen fontos megállapítások mellett a

táblát láthatjuk.
A többi KRESZ-tábla önmagáért beszél. Így a

az érvelések zsákutcájára, a

a fejlődés, a történelem megfordíthatatlanságára, a

az ellenérvek következményeinek veszélyességére utal, a

az érvek és ellenérvek váratlanságát jelképezi. Hasonlóan a

táblával jelöltük a történelmi érdekességeket, és a

táblákkal ezt a részt, ahol rövid pihenőt, üdítőital vagy kávé melletti kikapcsolódást javaslunk.

A könyv egyes részei a Szentlőrinci Általános Iskola (Baranya megye) tanulóinak és tanárainak, mindenekelőtt Gáspár László igazgatónak a közreműködésével készültek. Köszönet nekik a segítségért, amellyel mind a tartalom, mind a forma gazdagabb lett.

Szomorúan gondolok arra, hogy legjobb barátom, korunk egyik legnagyobb fizikusa, Fényes Imre professzor már nem érhette meg a könyv megjelenését. Az Ő tanításai és tanácsai nyomán alakult ki az a szemléletmód, amellyel egységes keretek között tárgyalható minden műszaki tudomány.

I. Gulliver és a technika

„Sok van, mi csodálatos,
de az embernél nincs semmi csodálatosabb".

(SOPHOKLÉS: Antigoné)

Az egész úgy kezdődött, hogy egy hétfői — előadásokkal és vitákkal túlzsúfolt — nap után épp a „mese idejére" értem haza. Legkisebb gyermekem már ágyban volt, de megvárt, mert megígértem: mesélek neki Gulliverről. Leültem az ágy szélére és hozzáfogtam a Liliput-i kalandhoz. Nem tudom, melyikünk aludt el hamarabb, de én már csak arra emlékszem, hogy hirtelen egy könyvtárban találtam magam. Megsárgult kéziratok és ősnyomtatványok vettek körül. Néhány vaskos jegyzetfüzetet kezdtem lapozni, amelyekben — régi hajónaplók stílusában — egy seborvos írta le útiélményeit. Hamarosan felismertem Gulliver „eredeti" feljegyzéseit. Az első négy füzet alapján írta meg 240 évvel ezelőtt Jonathan Swift világhíres művét a törpék Liliput és az óriások Brobdingnag országáról, a repülő Laputa városáról, valamint a lovak Hauhnhnhm birodalmáról. A következő két füzet Faremidó és Capillária történetét tartalmazta, amelyeket Karinthy Frigyes tett közzé 1916-ban és 1921-ben. Még álmomban is izgalom fogott el, mikor az utolsó füzetet kézbe vettem! Talán tűzvész, vagy az egerek, esetleg kíméletlen barbár kezek műve lehetett, hogy e napló eleje és vége hiányzott, sőt a közepéről is több lapot kitéptek. De még így, csonkán is felismertem egy eddig ismeretlen utazás történetét, amely Gulliver fantasztikus élményeit rögzítette. Felfedezésemnek nagyon megörültem arra gondolva, hogy ezzel az „utazással" elsőként én ismertethetem meg a magyar olvasókat. Amennyire az angol szövegre emlékszem (érdekes: álmomban a korabeli és a mai stílus keveredett!), igyekszem hű fordításban közreadni Gulliver kalandjait Gépországban és Antitechnika szigetén. Csak ott fűzök hozzá (zárójelben) megjegyzést, ahol a mai tudásunknak megfelelő pontos megnevezést Gulliver még nem ismerhette.

1. Gulliver Gépországban

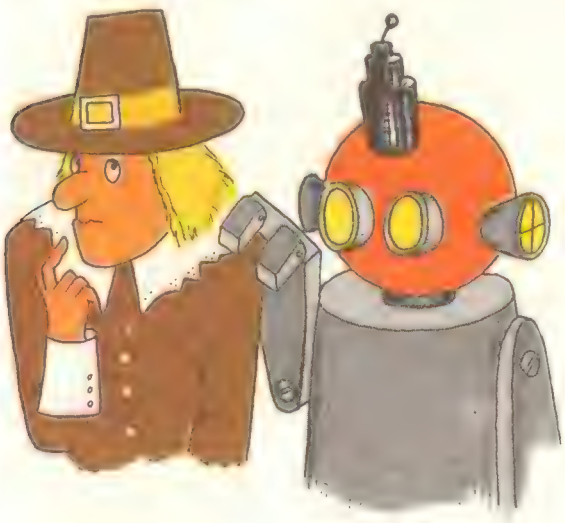
...és így jutottam újra a hajótöröttek szomorú sorsára. Napokig hánykolódtam a viharos tengeren, egy szál deszkába kapaszkodva. Mikor már úgy éreztem, minden maradék erőm elhágy, egy hatalmas hullám oly erővel vágott partra, hogy azonmód elvesztettem eszméletemet. Nem tudnám megmondani, mennyi ideig feküdtem mozdulatlanul. Mikor újra magamhoz tértem, csodálatos és egyben félelmetes tájat pillantottam meg. Tükörsima, acélkék part, rajta arany, ezüst és bronzszínű szabályos mértani idomok. A távolban börtönfalhoz hasonló építmény. Sehol egy teremtett lélek; állatnak, madárnak, de még növénynek sem látni nyomát. Éhségtől és szomjúságtól elcsigázva indultam az építmény felé, remélve, hogy segítő emberekre találok. A fal közelébe érve egy hatalmas üvegkaput pillantottam meg. Megálltam: mi várhat rám a kapun túl? Tépelődésemet halk zúgás szakította meg, a kapu kinyílt és egy szokatlanul mély, tagolt hang parancsolt rám: BE-LÉP-NI! Némán engedelmeskedve léptem át a kapun, mely halkan bezárult mögöttem és egy teremben találtam magam. Az előbbi hang ismét megszólalt: KI VAGY? ÍRD LE A-ZO-NO-SÍ-TÓ-DAT! Senkit sem láttam, s papír, írószerszám nem volt nálam. Hirtelen, mintha a Nap sugara tört volna be, fénysugár világított meg egy csodálatos szerkezetet, amelyen betűkkel jelzett billentyűk voltak. (Gulliver idejében még nem ismerték az *írógépet!*) Rövid habozás után nevem betűi szerint leütöttem a billentyűket: G, U, L, L, I, V, E, R. Kísérteties, füleimnek szokatlan dallam áradt néhány percig a teremben. A hangforrás felé fordulva egy téglatest alakú fadobozt

vettem észre. (A *hangszóró* nyilván félelmetesnek tűnhetett a XVIII. század embere előtt.) Életem eddigi hat utazása során sok furcsasággal találkoztam, most mégis félelem költözött szívembe. Az ismeretlen és láthatatlan kérdező rémisztőbb, mint a legnagyobb óriás vagy a liliputok egész regimentje. Hová kerültem és mi lesz velem? Nem sokáig merenghettem, mert a saját kérdéseim helyett a doboz kérdésére kellett válaszolnom: I-LYEN TÍ-PUS NEM SZE-RE-PEL A NAGY AGY-BAN. MI VAGY ÉS HOGY KE-RÜL-TÉL I-DE? Nem egészen értettem kérdezőmet. „Azonosító", „típus", „nagy agy" és főként: „*mi*"? Azt hiszi „EZ", hogy tárgy vagyok? Nem volt azonban más választásom: sietve ütögetni kezdtem a billentyűket. Sokáig tartott, míg közölni tudtam: honnan jöttem; ki vagyok; hogyan kerültem viharba és vetődtem erre az ismeretlen vidékre, ahol eddig más embernek nyomát sem találtam. Az *ember* szónál hosszú sípolás hangzott a dobozból, majd újra az előbbi dallam, de egyre gyorsuló ütemben. Hirtelen kivilágosodott az egyik fal és rajta, mint egy hatalmas üvegtáblán, összefüggő szöveg jelent meg:

„Részlet a NAGY KÉPES GÉPENCIKLOPÉDIÁBÓL. *E* betű: EMBER — a történelmi őskorban működő, speciális gép. Tökéletlen szerkezete miatt csak kisebb tárgyak felemelésére volt képes, más gépek nélkül a tárgyakat átalakítani és felhasználni nem tudta. Agyának korlátozott képességei következtében nehezen tanult és gyorsan felejtett. Energiaellátására nem elektromos áramot használt, hanem különböző tápanyagokat juttatott „száj"-nak nevezett nyílásán keresztül „gyomor" nevű belső erőművébe. Az emberi „egyed" annyira gyenge volt, hogy fennmaradásához közösségbe, ún. társadalomba kellett tömörülnie. Ezek a társadalmak és az őket alkotó emberek öntanuló rendszerek voltak, amelyeknek célja önmaguk állandó fejlesztése, újabb és újabb igények kielégítése volt. Gépországunk és az emberek kapcsolatáról ma már keveset tudunk. Egyes adatok szerint

az első gépeinket emberek készítették és azért országunkban az „EMBER" védett márka."

A sok, számomra ismeretlen szó (elektromos áram, erőmű, öntanuló rendszer) miatt alig fogta fel agyam azt, amit olvastam. Csak annyi tudatosodott bennem, hogy „védett" vagyok. Rémületem még nem oldódott fel teljesen, de „belső erőművem" már eszembe juttatta a „tápanyagokat": korogni kezdett a gyomrom. Összerezzentem, mert úgy éreztem: egy hideg kéz érintette meg a vállamat. Mögöttem különös alak állt. Szürke hengeres testen vörös gömb, azon négy zöldessárga fény. A test két oldalán evezőhöz hasonlító, két-két ujjban végződő „karok". Hangot nem hallottam, mégis úgy tűnt, hogy beszél hozzám a Henger úr. (Az álom még a gondolatátvitelt is megengedi!)



„Átvizsgáltunk és megállapítottuk, hogy Te *valóban* EMBER vagy. A Nagy Agy parancsára kísérő robotod leszek és programom szerint minden kívánságodat teljesítenem kell!"

Hogy mi az a „robot", azt nem tudtam, de hogy éhes vagyok, azt igen. Enni kértem, ezt viszont „Ő" nem értette. Megpróbáltam másként fogalmazni: „Üres az erőművem, tápanyagot kérek!"

A zöldessárga fények „zavartan" csillogtak. Kétszer is körbejárt, de úgy látszik, valamit nem talált rajtam. (Talán az elektromos kapcsolás helyét kereste?) Hosszú várakozás után közölte:

„Kapcsolatba lépek a Nagy Aggyal!"

Fejéből — annak nevezem a vörös gömböt — árbocszerű rúd emelkedett ki és ismét meghallottam a dobozból a már ismerős dallamot. Úgy tűnt, ez a „zene" kíséri a titokzatos Nagy Agy „gondolkodását". Kis idő múlva a szoba jobb oldali fala elmozdult és Rob Ottó (hadd hívjam ezután így a magát robotnak nevező kísérőmet) átvezetett a szomszéd helyiségbe. Elámultam, mikor megláttam a szoba közepén a terített asztalt. Eszembe jutott Laputa királyának tiszteletemre adott ebédje...

(A kéziratból itt több oldalt kitéptek, így — az ínyencek legnagyobb szomorúságára — nem tudom leírni Gulliver aznapi menüjét. Harmadik utazásából idézem a laputai ebédet: „Az egyik fogás ürücomb volt, de szabályos lapú piramisba vágva, háromszögekből, aztán egy romboid alak marhahúsból, végre gömb alakú puding."

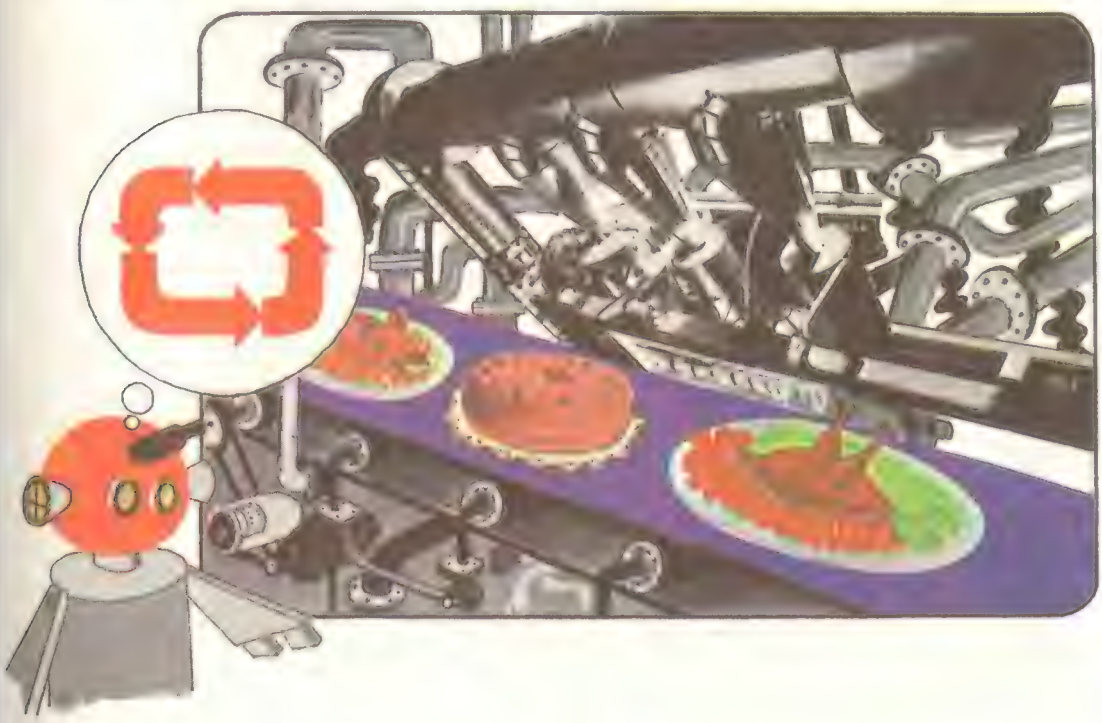
A kenyérszeletek „kocka, henger, paralelogramma és más mértani alakban" díszítették az asztalt*. Vendéglátói bőkezűsége bizonyára megelégedéssel töltötte el hősünket, mert a következő oldalon már így folytatódik naplója:)

...s így már mindjárt vidámabbnak éreztem magam. Jóleső álomba merültem, amelyből Rob Ottó keltett fel.

„Megmutatom országunkat. Ha megtetszik, köztünk maradhatsz. Állandó kapcsolatban leszek a Nagy Aggyal és így minden kérdésedre azonnal válaszolni tudok. Induljunk!"

A szoba ajtaja Ottó egy intésére kinyílt és egy hosszú folyosóra jutottunk. A padlót gumiszőnyeg fedte. Mikor ráléptem, a szalag elindult és nesztelenül szállított minket. A mennyezetről egyenletes fény áradt, nappali megvilágítást adva a folyosónak. Néhány perc múlva Ottó halk sípoló hangot hallatott, mire a futószalag megállt és kinyílt mellettünk egy ajtó. Ínycsiklandozó szagok lengtek körül. Belépve ragyogó tisztaságú csarnokot láttam, sistergő, fortyogó hangú, ezüstösen csillogó gépekkel. Az első gép egy ezüst alagúthoz hasonlított, amelybe — valahonnan lentről — szüntelenül áramlott az ínyenc konyhák ezernyi nyersanyaga. A sor végén levő gépet látva egy királyi étteremben éreztem magam: egy üvegbura alól egymás után jöttek ki a jobbnál jobb ételekkel megrakott tálak. Az egész ételáradat a csarnok végén levő óriási katlanban tűnt el. Repeső szívvel néztem ezt a csodálatos konyhát, amelynek — minden valószínűség szerint — nagyszerű ebédemet is köszönhettem. Ottó kérdésem nélkül is „magyarázni" kezdett:

„Ez az automatikus konyhaműhely. A bemenő nyersanyagot gépek darálják, gyúrják, ízesítik, főzik, sütik; majd tálalják az elkészült terméket. A receptek óránként változnak, így biztosítva van a legkülönbözőbb termékválaszték."



* *Swift, J.:* Gulliver utazásai (2. magyar kiadás, Révai, 212. old.)

De hová megy ez a rengeteg tál? — gondoltam magamban. Rob Ottó egy ügyes szerkezethez vezetett, amely egy gombnyomásra levitt a pincébe. (Gulliverünknek a *lift* is ismeretlen szerkezet volt!) Ott az előbbihez hasonló kép tárult a szemem elé, csak minden megfordítva működött. A felső szintről érkező, ételekkel megrakott tálakat nyelte el egy gép torka és a sor túlsó végén ragyogó tisztára mosott tányérok, a fent látott ezernyi nyersanyag lépett ki egy üvegbura alól. (Álmomban is eszembe jutott Erich Kästner regénye. A Május 35. „Elektropolis Állatfeldolgozó Üzeme" teljesen automatizált: elején behajtják az állatokat, a végén kijön az ezernyi feldolgozott termék. Egyszer csak nagy baj történt: „a városi villamos műveket, a niagarai áradások következtében, százszoros erő hajtotta... A gépek elkezdtek visszafelé futni, visszaszippantották a vajashordókat, a sajtokat, a bőröndöket, a cipőket, a fagyasztott húst, a füstölt kolbászt és minden egyebet a vasúti kocsikból és a gyár kapuján kiköpték a tölcsérből az eleven állatokat"!!! Kästner „műszaki hibaként" írja le az üzem fantasztikus megfordulását. Gullivernél azonban az „oda-vissza" termelés *állandó* és egyidejű!)

Térjünk vissza naplójához és figyeljük csak a robot magyarázatát:

„Ez az ún. „fordított-konyha", vagy más szóval inverz-műhely. Itt készítik el, bonyolult fizikai-kémiai eljárások egész sorával a fenti konyha nyersanyagát."

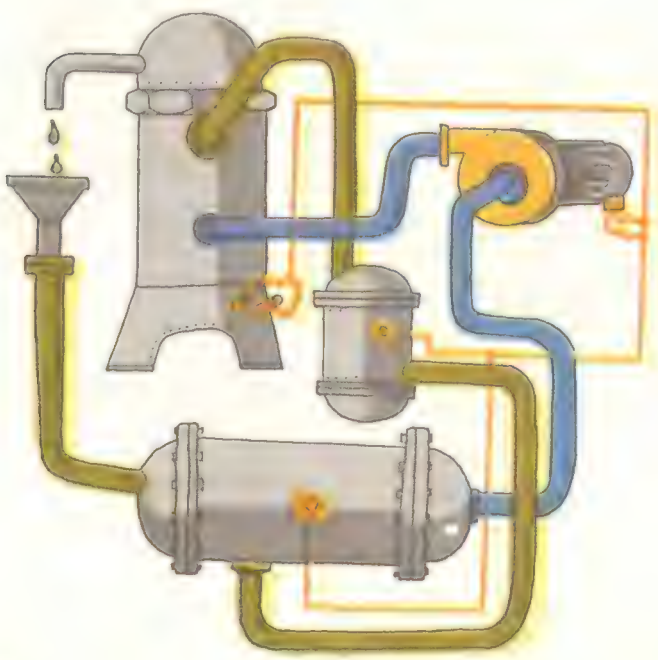
Mi szükség van minderre?

Ottó négy „szemében" látszott, hogy nem érti a kérdést: „Ha nem dolgozna az inverz műhely, leállna a konyha!"

És miért működik a konyha?

„Természetesen azért, hogy legyen nyersanyaga az inverz műhelynek" — hangzott a „magától értetődő" válasz.

Senki sem eszi meg ezeket a csodálatos ételeket? — kérdeztem volna, de eszembe jutott, hogy az „étel" és az „evés" szót kísérőm nem ismeri. Már nem is csodálkoztam azon a kis gépezeten, amelyből párolgó török leves (feketekávé!) csorgott és a kifolyt léből azon nyomban vizet és kávéport állított elő. Szerettem volna



közelebbről is megtekinteni az ételek eme — számomra — szörnyű körforgalmát, de Ottó már a következő csarnokba tessékelt.

A látvány itt lenyűgöző volt. Óh, Gutenberg, ha ezt láthatnád! — volt az első gondolatom. Emeletmagas gépben szélsebesen száguldó papír, amely hatalmas hengerek között áthaladva sokszínű nyomást kap. A betűk és a képek csillogó parádéja! A gép végén a nyomtatott ívek összehajtogatva kötőgépbe kerülnek, ahonnan szállítószalagon áramlik ki a vadonatúj, bekötött könyvek sokezernyi példánya.

Milyen csodálatos technikája ez a kultúra terjesztésének! De... ki olvassa ezeket a műveket?

Ottó a kérdésre kérdéssel válaszolt:

„Olvasni? Az mit jelent?"

Felfogni a nyomtatott szöveg értelmét. Mi, emberek, így tanulunk vagy szórakozunk.

„Erre nekünk semmi szükségünk sincs. Mi a Nagy Agytól kapunk mindent: tudást, energiát, feladatot. És amit e könyvekben találhatsz, annak úgy sincs semmi értelme. A betűk és képek összevisszasága csak arra jó, hogy minden egyes könyv más és más legyen."

Mi történik hát e kötetekkel?

„A következő teremben azt is megláthatod!"

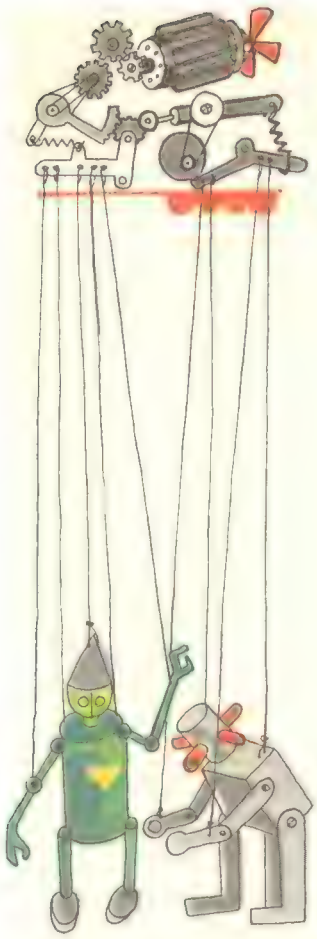
Rosszat sejtve léptem át az újabb ajtón és — sajnos — azt láttam, amit vártam. Hatalmas gépsorhoz vitte a szalag a kész könyveket. Örlő- és keverőberendezések tépték, morzsolták, majd nyálkás péppé formálták az előbb még nyomtatott lapokat. A gépsor végéből már hófehér papírtekercsek kerültek elő, amelyeket egy szállítószerkezet a nyomdaüzembe vitt át. Az automata konyha után már nem volt kedvem kérdezni. Tudtam, hogy a válasz — legalábbis Ottónak — ismét magától értetődik: a nyomda a papírüzemnek, a papírüzem a nyomdának készít nyersanyagot. Mikor a következő műhelyajtón levő táblát megláttam: „VASÖNTÖDE", hirtelen ellenállhatatlan fáradtság vett erőt rajtam. Elképzeltem a folytonosan működő kohókat és öntödéket, amelyek a forgácsolóműhely nyersanyagát készítik. Lelki szemeimmel láttam már a forgácsolóműhelyt is, amelyben hatalmas eszterga- és marógépek forgácsolják az acélt. A forgács pedig, az elkészült termékkel együtt, a kohóba kerül.

Bénultan álltam, s még robotom nógatására sem tudtam elindulni. A két lapátkéz gyengéden felemelt és visszavitt a folyosóra. A futószalag újra elindult velünk és én lassan ocsúdni kezdtem előbbi kábulatomból. A folyosó egyik ajtaján biztató felirat hívta magára figyelmemet: „JÁTÉKSZOBA". Intettem, s Ottó megállította a szalagot. No, itt kipihenhetem magam, nem árt egy kis kikapcsolódás, és gyanútlanul léptem be a hangulatosan megvilágított szalonba.

Az első tárgy, amit megpillantottam, egy sakkasztal volt. Régi kedvtelésemnek hódolva már-már le akartam ülni, de Ottó intően felemelte bal „lapátját", majd ujjával megnyomott egy gombot az asztal oldalán: A középső világos gyalog kettőt előrelépett. Erre előremozdult a sötét egyik gyalogja is. A bal oldali világos huszár, majd egy újabb sötét gyalog következett. Kísérteties kép! (Kempelen Farkas híres sakkozógépe csak mintegy 50 évvel Gulliver utazásai után vált Európa-hírűvé.)

Kik játszanak? — fordultam megrökönyödve kísérőmhöz.

„A gép, önmagával, automatikusan; két, egyidejűleg futó program szerint. Ugye egyszerű szerkezet?" — kérdezte szinte büszkén.



Nem válaszoltam, inkább más játékot kerestem. Kedvetlenül mentem el az „örökmozgó" bábszínház mellett, s fel sem tűnt az önmagával kártyázó automata. A terem végéhez siettem, ahol négy kuglipálya állt egymás mellett. Nem találtam a tekegolyót; kérdően néztem robotomra. Az, mintha elmosolyodott volna — legalábbis nekem egy pillanatra úgy tűnt — és egy kapcsolókarhoz nyúlt: a pálya elején megjelent egy golyó. Mielőtt azonban hozzáérhettem volna, a talajból egy rugó pattant ki, nekiütközött a golyónak és azt a bábuk felé lökte. Mind a kilenc bábu feldőlt, egy táblán pedig kigyulladt a „9" szám. A bábukat kilenc kar felemelte és visszaállította helyükre. A golyó egy csatornán előre gurult, elfoglalta kiindulási helyzetét és... Igen! A rugó újra kipattant, s kezdődött minden elölről. Csak nézni kellett, ahogy egymás után buknak fel a bábuk és a táblán a 9 helyén 18, majd 27 és így tovább, mutatta a „játék" eredményét. Unottan fordultam el a látványtól; Ottó kikapcsolta a kugliautomatát és hozzám fordult:

„Akarsz még valamivel játszani?"

Köszönöm ebből nem kérek! De mondd csak, nálatok minden gép önmagáért van? Ilyen értelmetlen körfolyamatokból áll az ország egész élete?

Ottó sértődöttnek látszott. Nem tudta felfogni, miért tartom értelmetlennek ezeket az önműködő szerkezeteket. Udvarias természete — vagy ahogy Ő mondta: programja — lehetett, vagy talán megérezte elkeseredettségemet, mert hosszú magyarázatba fogott:

„A Nagy Agy célja, hogy géptársadalmunk minden egyede zavartalanul és nyugodtan, az idők végtelenségéig változatlanul működjön. Ő tudja, hogy ehhez energiára, nagyon sok energiára van szükség..."

Félbeszakítottam:

Már sokszor mondtad azt, hogy energia. A nagy görög filozófus, Arisztotelész művében olvastam, hogy az „energeja" valamilyen tevékenység alapja. De mit neveztek ti energiának?

(Vedd figyelembe kedves Olvasó, hogy a tudomány történetében az energia szót először Young használta, 1807-ben, ezzel jelölve a test tömegének és sebessége négyzetének szorzatát. Így a XVIII. század Gullivere csak most ismerkedhetett meg az energia szó értelmezésével.)

Ottó — válasz helyett — a falra mutatott, amely hirtelen, a fogadtatásom idején megismert módon kivilágosodott és az „üvegtáblán" (ma úgy mondanánk: képernyőn) megjelent szöveget olvasni kezdtem.

„Részlet a NAGY KÉPES GÉPENCIKLOPÉDIÁBÓL. *E* betű: ENERGIA — a fizika egyik alapvető fogalma. Előzetes általános értelmezése nem lehetséges. Energiaközlés nélkül nem létezhet egyetlen folyamat sem. A munkavégzés az energiaközlés egyik formája, ezért a történelmi ókorban — helytelenül — az energiát munkavégző képességnek nevezték. Ma már tudjuk, hogy az energiaközlésnek számtalan formája van és munkavégzésnek csak azt nevezzük, amelynek során a kölcsönhatásban részt vevő testek között mozgásmennyiség- (impulzus-) átadás is van. Országunk gépeinek legfontosabb tápanyaga az energia, enélkül egyetlen gépsorunk sem működhetne. Az energiafelhasználás folyamata megfordíthatatlan, ezért Géposzág energiaellátásáról folyamatosan gondoskodni kell. A szükséges energiát a Központi Erőmű a környező vízkészletekből fúziós reakcióval nyeri ki és juttatja elektromos hálózaton keresztül a gépekhez..."

Nem olvastam tovább, mert itt különböző számok, görög, meg latin szavak és betűk sorozata kezdődött, leírva a magenergia-átalakítás folyamatát; de sajnos az egészből egy sort sem értettem. Elég volt azonban annyit tudnom, hogy itt valahol van egy olyan gépterem, ahonnan az egész országot ezzel az ún. energiával ellátják. Mindez felkeltette érdeklődésemet, de barátom nyugalomra intett:

„A Nagy Agy üzeni: mára már elég volt a látnivalókból. Kimerülnek az energiakészleteid, ha nem gondoskodsz utánpótlásról. Azt azonban engedélyezte, hogy személyesen válaszd ki a „távnézőn" keresztül erőműved ma esti tüzelőanyagát" — mondta, miközben átvitt egy kisebb szobába, amelynek padlóját szőnyegek borították. Egy intésére az egyik fal ismét üvegtáblává vált, de most nem szöveg, hanem a már látott konyhaműhely képe jelent meg rajta. Ottó apró, sípoló hangokat hallatott, mire a távnéző egyre közelebbről mutatta a konyha üvegburája alatt áramló tálakat. (Így ismerkedett meg hősünk a távirányításos ipari televízióval!)

„Válassz!" — szólalt meg Ottó és én rámutattam az egyik, különösen szépen díszített tálra. Ottó sípolása erre szaggatott hanggá változott, mintha fuvola szólalt volna meg. A távnézőn láttam, amint az egyik kar az általam kiválasztott tálat felemeli. A kép követte a kar útját. A tál egy hengerbe került, melynek másfél foot lehetett az átmérője és három foot a hossza. (Az angolszász foot kb. 30,5 cm.) A hengert egy újabb kar ragadta meg és a falon levő egyik kör alakú nyíláshoz vitte. Ilyen nyílásokat eddig minden meglátogatott helyiségben láttam, de úgy gondoltam, hogy azok a friss levegőt bevezető csővezeték végződései. A cső elnyelte a hengert, amely egy szempillantással később a szobámban levő csővégződésben megjelent. Jólzüen fogyasztottam el ízletes vacsorám, amelynek leírásával nem untatom naplóm

olvasóit. Jóllakott testemen úrrá lett a fáradtság, és Ottó ismét kitalálta gondolataimat:

„Feküdj le és pihenj! Addig én feltöltöm akkumulátoraimat és a Nagy Agytól átveszem a holnapi napra szóló programomat."

Ez a micsoda, ez az „akkumulátor" biztosan olyan, mint az én gyomrom; ezek szerint Ottó is „éhes", gondoltam félálomban és a szőnyegre dűlve mély álomba merültem.

Mikor felébredtem, Ottó már ott állt mellettem, párolgó feketekávét tartva bal lapátjában. Frissen ugrottam fel, de eszembe jutottak tegnapi élményeim: a sok értelmetlen körforgás, csodálatos és mégis céltalan gépek sokasága. Már csak egyre vágytam: minél előbb kijutni ebből a rideg, embertelen világból. Kortársam, Daniel Defoe hőse, a világhírű Robinson Crusoe szememben irigylésre méltó lénynek tűnt, hiszen elhagyottságában állatok és növények sokasága, sőt egy érző ember, Péntek vette körül.

„A Nagy Agy teljesíti kívánságodat. Hazádba visszaszállítani ugyan nem képes, de ikerszigetünkre, Antitechnikára átkísérhetlek. Úgy vigyázz azonban, hogy ott *tilos bármilyen eszköz, szerszám vagy gép használata*..."

Mit bántam én a szerszámot, csak végre friss gyümölcsöt, élőlényt láthassak és az igazi Nap fényében gyönyörködhessek. Felszabadultan gondoltam a még ismeretlen, de máris kedves Antitechnika szigetre; s búcsúzásul csak azt a sokat hangoztatott Erőművet szerettem volna megnézni. Ottó készségesen segített a Nagy Agy engedélyét megszerezni, de — mint közölte — csak arra kaptunk engedélyt, hogy Antitechnika felé útba eső „gépmúzeum" erőművét látogassuk meg, amelyet tiszteletemre újra üzembehelyeztek. Ottó szabadkozott, hogy a „Központi Fúziós Erőmű" nagyon bonyolult üzem, úgysem érteném meg működését. Mi mást tehettem: követtem a múzeumba. Gondoltam, valami vízimalmot láthatok, vagy olyan gépet, amelyet nagy honfitársam és barátom, Newcomen készített a bányák víztelenítésére. (James Watt, aki 29 évesen Newcomen gépét továbbfejlesztve az első gőzgépet megalkotta 1736-ban, 10 évvel a „Gulliver utazásai" megjelenése után született.)

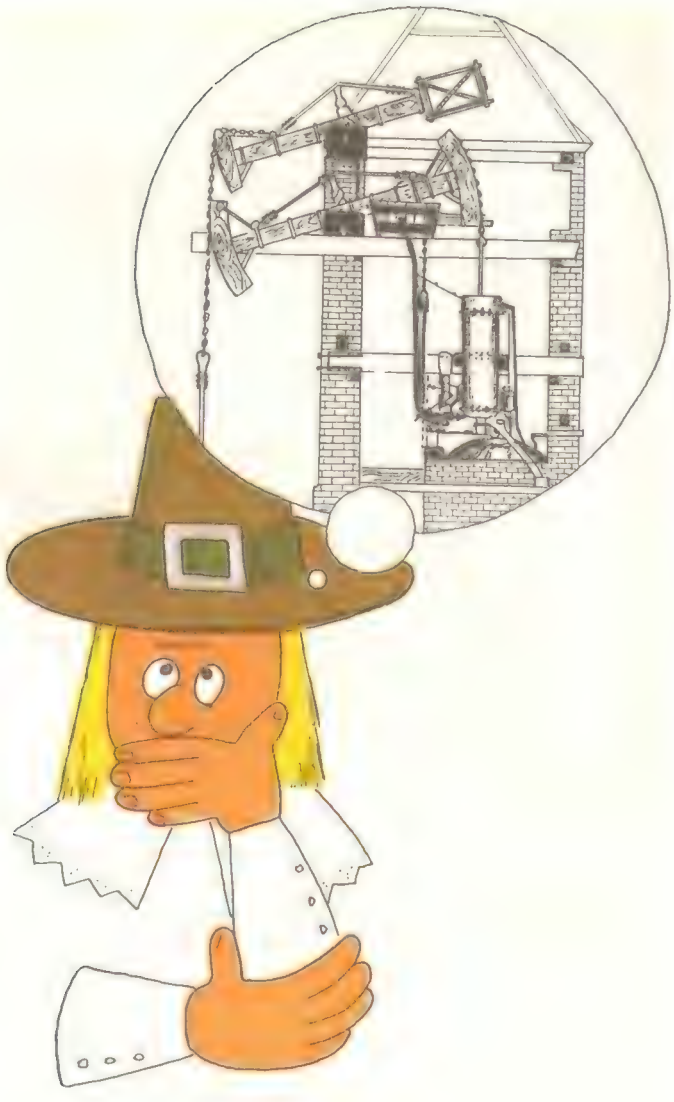
Nagyot tévedtem! A futószalag előbb irdatlan mélységekbe vezetett, ahol éles acélfogú gépszörnyek marták és kotorták egy szalagra a kőszenet. Követtük a szén útját. Több méter magas pincébe jutottunk. Messziről úgy tűnt, páncélba öltözött óriások állnak egymás mellett. Közelebb érve jobban szemügyre vehettem a zúgó gépeket, amelyeknek felső teste tölcsérhez, alsó malomkerékhez hasonlított.

„A szénőrlő malmokat láthatod, amelyek finom porrá őrlik a szenet..." — kezdte Ottó és én folytattam:

Hogy aztán egy másik szerkezet újra darabos kőszénné formálja!

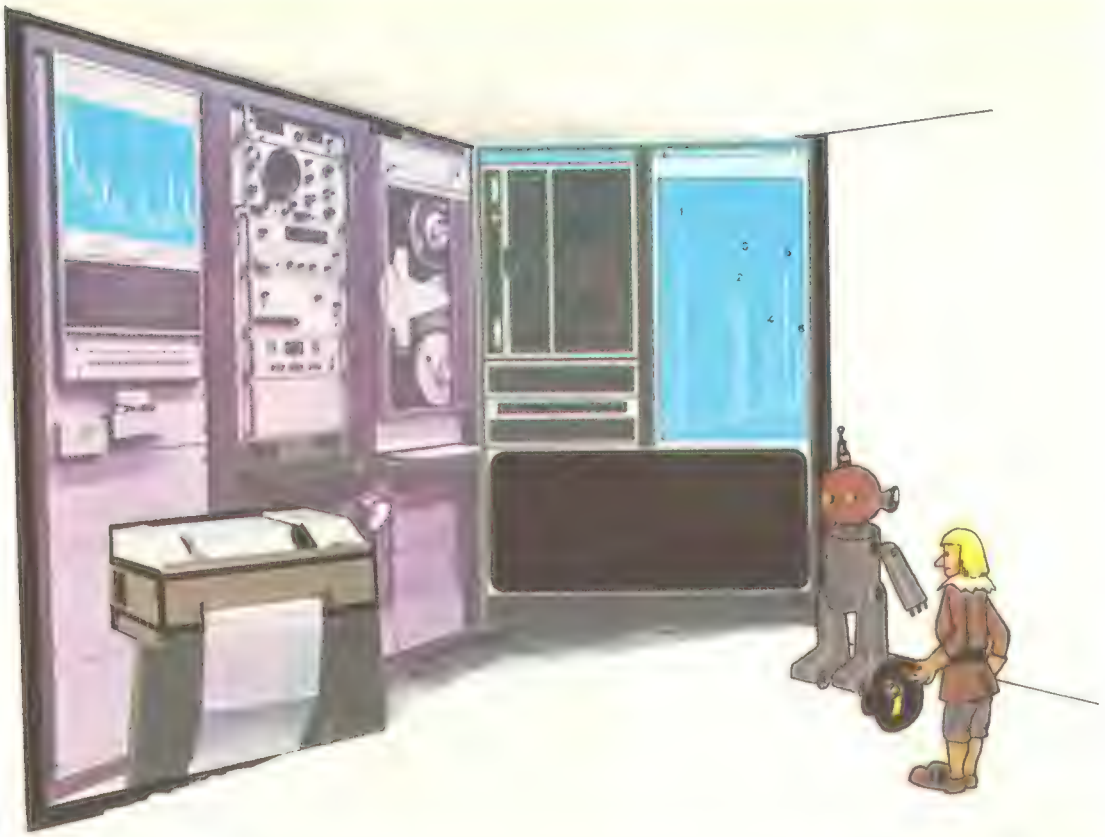
„Nem, *itt* nincs fordított folyamat. Az erőművek csak egy irányba dolgozhatnak! A szénport kazánokban égetjük el, és a felszabaduló energiával gőzt termelünk" — mire ezt kimondta, máris egy emelettel feljebb voltunk, a sokemeletes házaknál is nagyobb kazánok birodalmában. Ottó továbbvitt, arra, amerre a kazánokban termelt gőz haladt, vastagon beburkolt csővezetékeken. Hófehér padlóburkolatú csarnokba jutottunk. Halk duruzsoláson kívül semmi sem árulta el, hogy a látott óriás félhengerek gépek lennének. Ottó szorgalmasan mutogatott:

„Ez a turbina, amelyben a gőz mechanikai munkát végez, állandó forgásban tartva



a tengelyt. A túlsó oldalán van a generátor, amely a munkával kapott energiát elektromos árammá alakítja át. Innen elektromos távvezetéken keresztül láttuk el gépeinket energiával."

Fejem már szédült a látottaktól és a sosem hallott szavaktól. Csak annyit fogtam fel mindebből, hogy a szénből elégetéssel nyert energiát kell valami olyan formára alakítani, amelyet a Géposzág „lakói" közvetlenül „fogyaszthatnak". Mindezt érdekesnek és még szépnek is találtam, de a nagy kérdés nem hagyott nyugodni: MIÉRT van mindez? MI A CÉLJA ennek a géprengetegnek? Mindenáron találkozni akartam a Nagy Aggyal, megismerkedni és beszélni vele. Ottó azonban mereven elzárkózott, hallani sem akart erről. Hirtelen meghallottam a titokzatos hangot: MIT A-KARSZ TŐ-LEM? A hang felé fordultam és a fal ismét egy távnéző üveglappá változott. A kép, amit láttam, érdeklődéssel töltött el. Középen egy hajófutter nagyságú doboz, amelyen színes fények sokasága villódzott. Mellette egy kisebb távnéző, olyan billentyűkkel, mint amilyenekkel érkezésemkor nevemet hallott kibetűzni. Oldalt több, üvegborítású faliszekrény, melyekben két-két orsó között barna színű szalag futkározott. Szemlélődésemet a hang szakította félbe: VÁ-LA-SZOLJ!



Ki vagy Te? — kérdeztem minden megilletődés nélkül, gondolván, hogy egy újabb gépcsodát látok.

ÉN VA-GYOK A NAGY AGY!

Örvendek, mondtam kissé megszeppenve, nyilván tudod, hogy én Gulliver vagyok...

MIN-DENT TU-DOK RÓ-LAD. A LÉ-NYE-GET! MIT A-KARSZ TŐ-LEM?

Nem valami udvarias beszélő partner, gondoltam, majd hangosan folytattam: Több kérdésem is lenne. Ki vagy Te? Miért hívnak Nagy Agynak? Mit csinálsz itt? És...

ÁLLJ! EGY-SZER-RE CSAK EGY KÉR-DÉS-RE TU-DOK VÁ-LA-SZOL-NI, A TÖB-BIT TÁ-RO-LOM. EL-SŐ: ÉN VA-GYOK A LEG-TÖ-KÉ-LE-TE-SEBB GÉP. MÁG-NE-SES SZA-LAG ÉS LE-MEZ-TÁ-RO-LÓ-IM SE-GÍT-SÉ-GÉ-VEL MIN-DEN IS-ME-RE-TET RÖG-ZÍ-TE-NI, ÉS A-ZO-KAT BÁR-MI-KOR E-LŐ-KE-RES-NI VA-GYOK KÉ-PES, GYOR-SA-SÁ-GO-MAT JEL-LEM-ZI, HOGY MÁ-SOD-PER-CEN-KÉNT EGY-MIL-LI-ÁRD ÖSZ-SZE-A-DÁST TU-DOK EL-VÉ-GEZ-NI. Rövid szünetet tartott, melyet a már sokszor hallott dallam töltött ki.

A MÁ-SO-DIK KÉR-DÉS: NAGY AGY A NE-VEM, MERT E-GÉSZ GÉP-OR-SZÁG-BAN CSAK ÉN-NE-KEM LE-HET-NEK IS-ME-RE-TE-IM.

És a robotok? — vágtam közbe, de az üvegfal egy pillanatra elsötétedett és nagybetűkkel megjelent: NO INTERRUPT! Ottó halkan fordított:

„Nem lehet a befejezés előtt megszakítani a válaszadást!"

A kép újra kivilágosodott és a Nagy Agy folytatta:

MIN-DEN GÉP ÉS/VAGY RO-BOT PROG-RAM-JÁT ÉN A-DOM MEG ÉS TA-PASZ-TA-LA-TA-I-KAT IS ÉN GYŰJ-TÖM ÖSZ-SZE. Ismét rövid, dallammal kitöltött szünet, majd:

A HAR-MA-DIK KÉR-DÉS-RE MÁR RÉSZ-BEN VÁ-LA-SZOL-TAM. GON-DOS-KO-DOM A GÉP-TÁR-SA-DA-LOM ÁL-LAN-DÓ FENN-MA-RA-DÁ-SÁ-RÓL. VÉ-GE.

„Most kérdezhetsz" — súgta Ottó.

Mi a célja ennek a társadalomnak?

A GÉ-PE-ZE-TEK ÁL-LAN-DÓ MŰ-KÖ-DÉ-SE.

De *miért* működnek ezek a gépek?

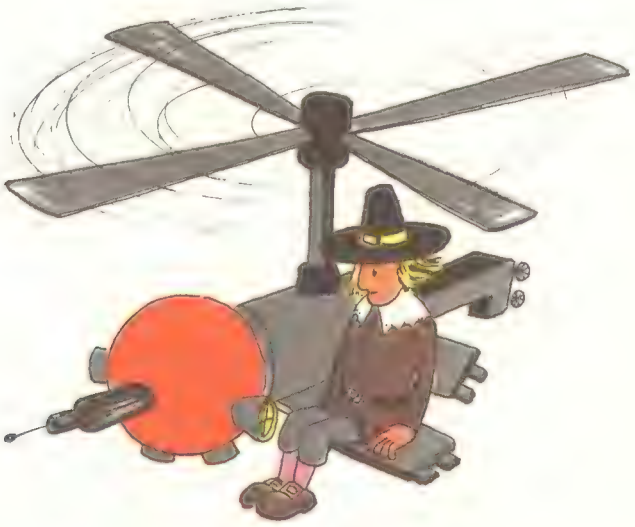
Kérdésemre sokáig nem érkezett válasz. A zene — ha ugyan annak lehet nevezni a váltakozó hangmagasságok ismétlődő kakofóniáját — egyre lüktetőbbé vált. A barna szalagos orsók (mágnesszalagok!) ideges rángatódzásba kezdtek, végül megálltak:

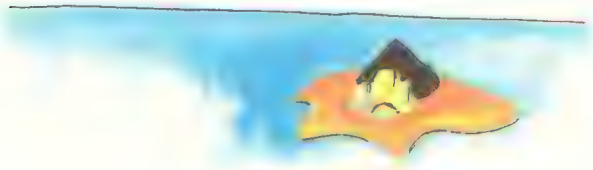
A KÉR-DÉS TI-PI-KU-SAN *EM-BE-RI!* A GÉP-TÁR-SA-DA-LOM SZÁ-MÁ-RA A-ZON-BAN ÉR-TEL-MET-LEN! A CÉL: MA-GA A MŰ-KÖ-DÉS. MI NEM ÉRT-HET-JÜK MEG EGY-MÁST! E-ZÉRT TO-VÁB-BI KÉR-DÉ-SEK-RE NEM VÁ-LA-SZO-LOK. TÁ-VOZZ AN-TI-TECH-NI-KÁ-RA! KI-KAP-CSO-LOK.

A fal elsötétedett, a „Nagy Agy" úgy látszik, megsértődött. (Gulliver nem tudhatta, hogy egy számítógép nem sértődhet meg; de a számára nem meghatározott kérdésekre nem tud válaszolni.)

Jobb is, ha itt hagyom ezt a lélektelen világot!

Mehetünk — szóltam Ottóhoz, aki mintha bólintott volna. A szállítószalaghoz vezetett, mely kivitt bennünket a felszínre. Kint a karjaiba vett. Hátából hosszú cső emelkedett ki, végén szárnyakhoz hasonló lapokból összeállított kereszttel (ma úgy mondanánk: helikopterrotorral!) és mi lassan felemelkedtünk a talajról. Nyugodtan tekintettem le a távolodó Földre. Harmadik utamon, midőn Laputában jártam, egészen hozzászoktam a repüléshez. A 4 mérföld magasan repülő városhoz





képest az én kis „barátom" mindössze 1 mérföld magasságig vitt fel. Egy ideig még láttam a szabályos gúlához hasonló szénfekete hegyet, mellette a hatalmas, kocka alakú gépbörtönt, körülötte mértani rendben sorakozó „díszítő" idomokat, majd minden egybefolyt és mi lassan leereszkedtünk egy szigetre.

2. Gulliver Antitechnika szigetén

Az őserdő közepén, egy tisztáson értünk földet. Buja szépségével, a madarak énekével és a Nap ragyogó sugarával fogadott a sziget. A dúsan termő kókusz- és datolyapálmák, a földig hajló banánfák, az őstermészet teljes és háborítatlan gazdagsága mintegy feledtetni akarta a nemrég ott hagyott Gépország élettelen világában szerzett szomorú élményeimet. Jókedvűen néztem körül és éppen egy banánt akartam leszakítani, mikor Ottó vetkőztetni kezdett. Megdöbbenve néztem rá, Ő azonban — szinte bocsánatkérően — emlékeztetett arra, hogy Antitechnikán tilos eszközt használni, így ruhámtól is meg kell válnom. Engedelmeskedtem, hisz a kellemes melegben igazán nem éreztem hiányát öltözékemnek, egy gép előtt pedig szégyenkeznem sem kellett meztelenségem miatt. Elindultam hát új lakhelyemen, hogy...

(Itt ismét megszakadt a szöveg. A napló alján égésnyom és az utána következő egyes lapok az olvashatatlanságig elmosódottak. Csak következtetni tudunk arra, hogy hősünk kezdetben igen jól érezte magát e háborítatlan természetes környezetben.)

...Lassan sötétedni kezdett és hűvösebb lett az idő. Most már elkelt volna a ruhám, de árnyékként követő társam hajthatatlan volt. Elhatároztam, hogy indákból fonok magamnak takarót, de alig kezdtem hozzá, Ottó megállított:

„Az eszközkészítés is tilos!"

Gondoltam, tüzet gyújtok a tisztáson és annak tövében alszom. Összekapartam néhány száraz levelet, kerestem két jó kovakövet. Mielőtt azonban hozzáfogtam volna a tűzcsiholáshoz, őrzőm — mert lassan már börtönőrömnek tartottam — kivette kezemből a köveket, mondván:

„Ezek tűzszerszámok. Tilos!"

Mit tehettem; a lehullott falevélbe burkolózva tértem esti nyugovóra.

Dideregve és éhesen ébredtem fel. A felkelő Nap sugarai egyre erősebben sütöttek, s így lassan visszatért életkedvem is. Leszakítottam egy ananászt a fáról, majd egy kókuszdiót is. Előző nap sehogysem sikerült rendesen feltörnöm ezeket a kemény héjú gyümölcsöket. Amikor odaütöttem őket egy kőhöz, vagy sértetlenek maradtak, vagy teljesen szétmállottak. Kézbe vettem hát két kődarabot és addig ütögettem őket egymáshoz, míg a lepattanó szilánkok nyomán egyikük éles, hegyes formájú nem lett. Ezzel akartam felnyitni az ananászt, de Ottó — akit eddig nem is láttam — hirtelen előttem termett és így szólt:

„Ami a kezedben van, az a vágókő, az egyik legrégibb szerszám. Szerszám! Tehát itt tilos használni" — és messzi hajította a nagy fáradsággal kialakított kődarabomat.

Dühöngeni kezdtem:

Ha semmit sem készíthetek, olyanná válok, mint az állatok. Szerszám és társ nélkül az ember nem ember!

„Ezt mi is tudjuk" — mondta nyugodtan — „de *Te* akartál Antitechnikán élni."

Igen élni, de nem a természet szabad prédájává válni.

„Vissza akarsz talán térni Gépországba? Láthattad, hogy ott mennyi technikai eszköz van."

— Abból nem kérek, az nem technika, csak önműködő gépek sokasága! Emberi társadalom, a társadalmat szolgáló célok nélkül semmiféle technika sem létezhet. Akkor inkább itt pusztuljak el Antitechnikán!

Ottó nem válaszolt, fején az árboc — ha lehet — még hosszabbra nyúlt. Felváltva rövid és hosszú csipogó hangokat hallatott. Nem mertem megzavarni. Valami azt súgta, hogy segíteni akar, talán megértett és most tanácsot kér a Nagy Agytól. Jól sejtettem. Mikor újra megszólalt, szinte szomorúság csengett hangjában:

„A Nagy Agy parancsára magadra hagylak! Visszakapod ruháidat és azt a ládát is, amit országunkba érkezésed helyén felderítő robotjaink találtak. Két hónapra felmentünk Antitechnika szerszámtiltó törvényei alól. De figyelmeztetünk: ha két hónap múlva is itt találunk, el kell pusztulnod!"

Ottó elrepült és rövidesen két azonos alakú társával visszajött. A sziget partjára vittek, letéve mellém a puskámat, baltámat, fűrészemet és egyéb szerszámaimat tartalmazó hajóládát, majd búcsút intve végleg elváltak útjaink. Lázas sietséggel fogtam hozzá egy ladik ácsolásához és...

*

Itt ért véget a képzeletbeli napló vagy csak idáig emlékszem álmomra, nem tudom. Gulliver „hetedik utazása" történetének ezzel vége, de a *mi* kalandunk a technikával csak most kezdődik. Felkerestem hát két barátomat: hogyan viselkedtek volna Gulliver helyében? Nevezzük az elsőt — technikaellenes („antitechnikai") nézetei miatt — Antinak.

3. Beszélgetés Antitechnika „védőjével”

Antal barátom, miután elsőként olvasta el Gulliver „hetedik utazásának” történetét, értetlenül nézett rám. Ő, aki mindenfajta technika esküdt ellenségének vallotta magát és büszkén hirdette, hogy született technikai antitalentum, sehogyan sem tudta megérteni Gulliver menekülését az őstermészet szigetéről. Késő estig tartó vitánk valahogy így zajlott le:

Anti Én bizony inkább választottam volna Antitechnikát, még a szerszámtiltó törvényeivel együtt is. Végleg megszabadulni a gépek zajától, a füsttől és piszoktól! Útját állni annak, hogy az ember a gép szolgájává váljék... Hasonló érzés vezethette a XVIII. század — szerintem — egyik legnagyobb gondolkodóját, Rousseau-t, amikor meghirdette: „Vissza a természethez!” Nem törődni mással, csak a lét- és fajfenntartással.

Szerző Ne siesd el a dolgot! Ebben a kellemes szobában könnyű az őstermészet szépségét dicsérni.

Anti Mesebeszéd! Akkor érzem igazán a természet szépségét, amikor kirándulok, messze a várostól...

Szerző ...hogy aztán visszatérj lakásodba, kipihenve a kirándulás fáradalmait. Most azonban nem kikapcsolódásról, hanem *végleges* tartózkodásról van szó. Hová bújnál a Tél hidege elől, ha nem lenne fűtött szobád?

Anti Meglennék egy barlangban is.

Szerző És hová helyeznéd az összkomfortos konyhádat? Talán bevezetnéd a „barlanglakba” a gázt és a villanyt?

Anti Mi szükségem lenne rá? Vadásznék, halásznék, gyűjtögetnék, miként azt őseink is tették. Szabad időmben pedig olvasgatnék vagy zenét hallgatnék, élvezve a teljes — vagy ahogy Te mondtad: végleges — kikapcsolódást.

Ezt jól kigondoltad! A könyveidet és a magnódat tehát magaddal viszed. **Szerző**

Tegyük fel, hogy elfogadom, de: hogyan akarsz olvasni a barlang sötétjében?

Kiülök a barlang elé és csak nappal olvasok... **Anti**

...és közben halkan szól a zene. Hová dugnád a magnetofon csatlakozóját? Mivel hajtanád a motorját? **Szerző**

Lemes táskamagnóm lenne. **Anti**

És ha elfogynak az elemek? **Szerző**

Akkor akkumulátorról nyernék áramot. **Anti**

Az sem tart örökké! Mivel töltenéd fel a kimerült akkumulátort? Netán a villámokból akarsz áramot nyerni? **Szerző**

Miért, talán az lehetetlen? **Anti**

Szerző Nem; még olyan mesét* is hallottam, hogy az Egyiptomból kivonuló zsidók papjai a légköri elektromosság felhasználásával védték a „szentírást". De félre a tréfával! Komolyan gondolod, hogy bonyolult technikai eszközök nélkül a villámmal működtetheted a magnódat vagy az akkumulátortöltőt?

Anti Rendben van, a magnót itthon hagyom.

Szerző Köszönöm, de még nem végeztünk. Mit fogsz enni? A léttenntartáshoz az is hozzátartozik!

Anti Mondtam már, hogy vadászni, halászni fogok és összegyűjtöm a természet nyújtotta magvakat, gyümölcsöket.

Szerző Aztán nyersen elfogyasztod.

Anti Dehogy, hiszen tudok főzni.

Szerző A konyhádban! Kiveszed a *szekrény*ből az egyik *edény*t, belerakod a *kés*sel felvágott nyersanyagot, egy kis vizet engedsz rá a *csap*ból. Ráteszed a *főzőlap*ra, *gyufá*val meggyújtod a *gáz*t és... Szóval: szekrény, edény, kés, vízcsap, főzőlap, gyufa, gáz mind olyan dolgok, amiket a — szerinted — átkos technika nyújt az embernek.

Anti Ha ez az ára, ezek nélkül is megleszek valahogy! Kővel is lehet tüzet csiholni és a parázson is megsüthetem, amire szükségem van.

Szerző Süsd meg! De majd jelentkezz, ha rántott húsra vagy pörköltre fáj a fogad!

Anti Nem kell gúnyolódni. A gyomromnál többre tartom a nyugalmamat.

Szerző Nyugalmas életedet mivel akarod kitölteni? Mert gondolom, egy idő után az olvasnivaló is elfogy, aztán meg is unhatod az állandó tétlenséget.

Anti Éppen elég dolgom lesz a vadászattal.

Szerző Mivel fogsz vadászni? Csak nem viszel magaddal puskát is?

Anti Készítek valami dárdát, kőből meg botból.

Szerző Amiről kiderül, hogy nemhogy egy vaddisznót nem tud leteríteni, de még egy őz bőrén sem hatol át.

Anti Majd kihegyezem a dárdámat, vagy addig ütögetem a követ, míg hegyesebb nem lesz.

Szerző Elkezded a szerszámfejlesztést?! De akkor nincs megállás, előbb-utóbb eljutunk a gépekig.

Anti Azt már nem fogjuk megengedni! Törvényt hozunk arra, hogy meddig szabad fejleszteni az eszközöket.

Szerző Törvényt hoz*tok*? Hát nem egyedül akarsz élni?

Anti Eszem ágában sincs! A remetemagányba beleőrülnék. Természetesen családommal és barátaimmal együtt akarom élvezni a technika nélküli természetet.

---

* *Ráth-Végh István* ír erről a „Történelmi kuriózumok"-ban.

Szerző Rendben van. Egész kis társadalmat kezdesz felépíteni. És hol lesz az a határ, ameddig szabad szerszámot fejleszteni és ahonnan már tilos?

Anti Megmondtam: „Vissza a természethez!" Gépek nélkül fogunk élni és csak azt engedjük meg, ami a lét- és fajfenntartáshoz feltétlen szükséges.

Szerző Majom módjára akartok élni?

Anti Megint gúnyolódsz! Az emberi fajról beszéltem, azt kell fenntartani.

Szerző Szóval az egész emberi fajt barlangba bújtatod?

Anti Elegen leszünk ahhoz, hogy építsünk magunknak házat, fából vagy kőből.

Szerző Mivel vágjátok ki a fát?

Anti Készítünk kőbaltákat.

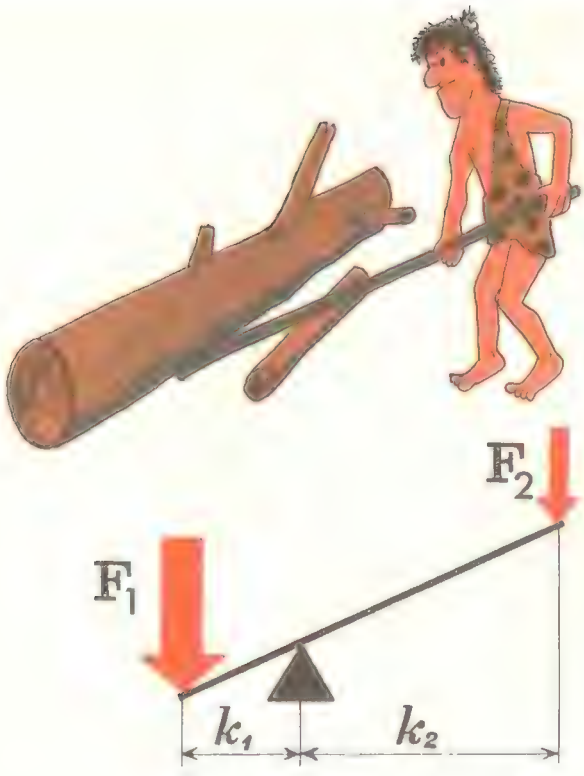
Szerző És mivel szállítjátok a helyére a nagyobb fatörzseket vagy szikladarabokat?

Anti Majd kitalálunk valamit. Csinálunk görgőket vagy kerekeket.

Szerző Aztán helyükre is kell emelni őket.

Anti Nem fogsz ki rajtam. Egy hosszú rúddal alányúlunk, egy másikkal keresztben megtámasztjuk a rudat, és máris emelhetünk rajta egyet. Láttam ilyet nemrégen, amikor egy nagy páncélszekrényt emeltek fel a házunk előtt egy teherautóra.

Szerző Gratulálok! „Feltaláltad" a kétkarú emelőt. Baltát már csináltál, az pedig tulajdonképpen egy hosszú ék. Az emelő és az ék a legegyszerűbb *gépek*. Vigyázz! „Őstermészeted" kezd gépesedni. És mindezt *Te* javaslod, a gépek „esküdt ellensége"!?



Anti Nem a *gépeknek* vagyok ellensége, hanem az *elgépiesedett* világnak. És nemcsak én vagyok így. Nézz körül és meglátod, hogy nyaranta hány százezer ember menekül a technika elől a természetbe.

Szerző Csak éppen ne feledd, hogy nem a technika *elől*, hanem technik*ával* „menekülnek". A kempingezők kerékpárral vagy gépkocsival mennek, magukkal viszik dupla falú sátrukat, kempingfelszerelésüket, horpadt konzerveiket, táskarádiójukat, sokan még hordozható tv-készüléküket is. Mind megannyi technikai eszköz! Ezekkel valóban kellemes kikapcsolódást nyújthat az egész évi munka után a kempingezés. Antitechnika szigete azonban nem közművesített, vízvezetékkel, áramszolgáltatással ellátott kemping! Addig győzködtél engem, míg végül magad is Gulliver álláspontjára jutottál: menekülsz Antitechnikáról.

Anti Elismerem, hogy az emberiség már annyira elpuhult, hogy nem tud meglenni technikai eszközök nélkül. De ez nem győz meg arról, hogy ne lenne boldogabb és nyugalmasabb a természethez való *teljes* visszatérés.

Szerző Mondd ki teljesen: visszatérés az állatvilágba! Mert termelőeszközök, termelőtevékenység és társadalmi kapcsolatok nélkül sohasem emelkedett volna ki az ember az állatvilágból.

Anti Az ember már nem válhat újra állattá! Végérvényes és megfordíthatatlan folyamat eredménye az ember.

Szerző Sok példa bizonyítja ennek ellenkezőjét: a termelőmunka és a társadalom nélkül újra elállatiasodhat az ember. Robinson Crusoe csak mesealak. Akiről az írója

mintázta: Alexander Selkirk matróz, 5 évet töltött egyedül Juan Fernandez szigetén. Mikor rátaláltak, már beszélni is alig tudott, külseje és járása alapján pedig előbb gorillának vélték. A farkasok között nevelkedő Maugli csak Kipling fantáziájában maradhatott ember. A valóban megtörtént eseteket elemző tudomány szerint a „gyermekek az állati fejlődés szintjén maradnak, ha egészen kicsiny koruktól fogva a társadalom és a társadalom által létrehozott jelenségeken *kívül* nőnek fel.

Nemcsak, hogy nem fejlődik ki beszéd- és gondolkodási képességük, de mozgásuk sem emlékeztet emberi mozgásra; még az emberre jellemző függőleges járást sem sajátítják el."* Ilyen jövőt szánnál az egész emberiségnek?

Anti Csak végletekben tudsz gondolkodni: Állat vagy ember! Persze, hogy az *embert* választom, de a gondolkodó, játékos, örömteli és nyugodt embert, akit nem feszít állandóan a rohanó élet okozta stressz, amit Selye János — e fogalom megalkotója — a „modern" betegségek egyik legfőbb okának tart.

Szerző Nem vagy pontos! Az ember számára káros feszültséget Selye *distressznek* nevezi**. Azt valóban kerülni kell, bár teljesen elkerülni lehetetlen. De az alkotó munka közbeni stressz olyan feszültség, ami nélkül nincs élet. A gondolkodást, a játékot, az örömöt is stressz kíséri. „A stresszmentes állapot a halál" — írja Selye. Mindettől függetlenül: elfelejtkezel arról, hogy mi tette *gondolkodóvá* az embert. A szerszámok kialakítása és fejlesztése során alakult át az ember, sajátított el új, magasabb rendű mozgásformákat, alakult ki képessége a gondolkodásra, tanulásra...

Anti ...és egymás pusztítására. Te meg a haditechnikáról ne feledkezz meg!

Szerző Ez már politikai és gazdasági kérdés. Erről nem a gépek tehetnek. „A gép épp oly kevéssé közgazdasági kategória, mint az ökör, amely az ekét húzza" — írja Marx. Hagyjuk egyelőre a felhasználás végső célját és maradjunk annyiban, hogy a technika fejlődését nem lehet — büntetlenül — visszafordítani. Ha: emberek akarunk maradni!

Anti Tudomásul veszem, de ráhagyom a technikával foglalkozást azokra, akiknek ez a foglalkozásuk. Én már csak megmaradok az olyan nem technikai — általad talán lenézett — területen, mint amilyen a zene, az irodalom, a képzőművészet. Akármit is mondasz, én *büszke* vagyok arra, hogy nem fertőzött meg a „technika százada". Számomra egy villamos motor idegenebb, mint a Húsvét-sziget titokzatos kőszobrai.

Szerző Elsősorban: oktalanul ne vádaskodj! Bár nem vagyok *értője* a humánnak nevezett területnek, de *élvezője* igen. Shakespeare drámái, Michelangelo szobrai, Beethoven szimfóniái úgy hozzá tartoznak életünkhöz, hogy az nélkülük, a művészi alkotások nélkül csak szegényes árnyképe lehetne önmagának. Másodsorban: ne légy olyan büszke! Attól, hogy kőszobrokkal foglalkozol vagy jobban érdekel pl. a West Side Story, mint a relativitáselmélet, még nem kell, hogy agyonüssön egy mosógép.

Anti Miért ütne agyon a mosógép?

Szerző Ha történetesen nem veszed észre, hogy rossz a szigetelése és vizes kézzel vagy a vízcsapra támaszkodva akarod bekapcsolni.

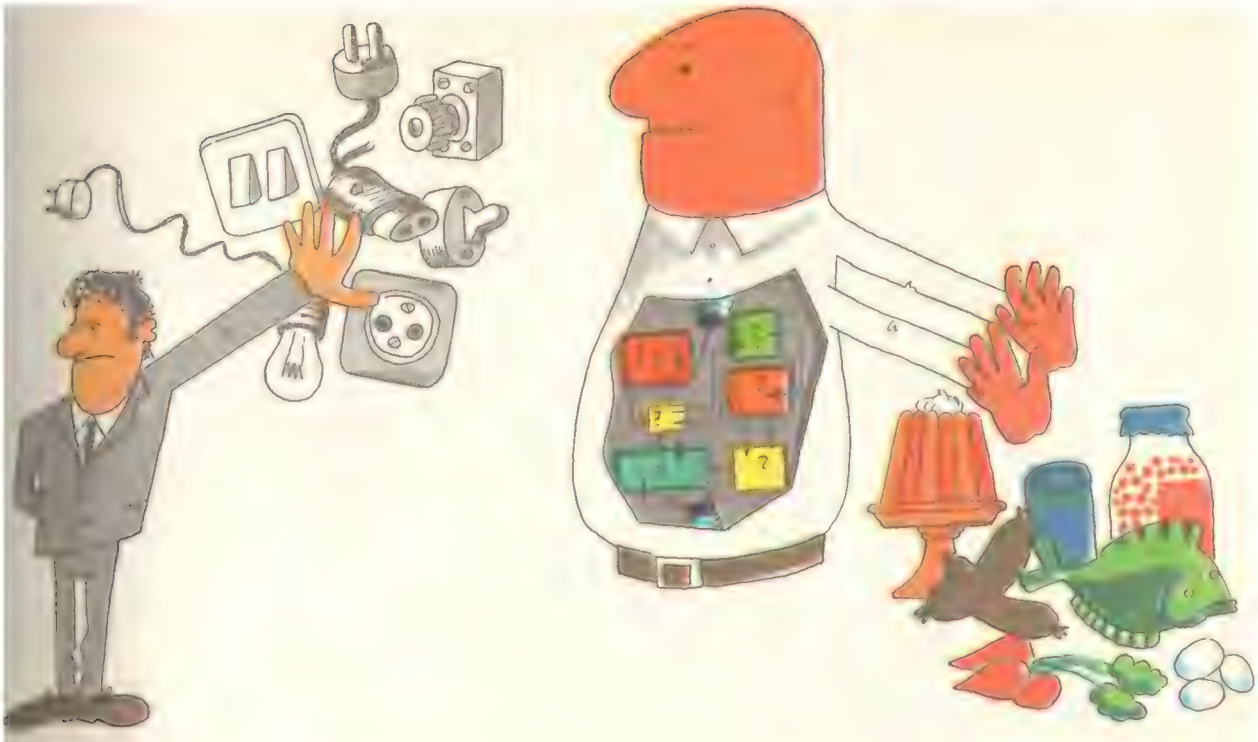
Anti Nem azt mondtam, hogy öngyilkos akarok lenni, hanem csak azt, hogy nem érdekel a gépek működése.

Szerző De a használatuk igen! Vagy az sem? Inkább kézzel mosol? Villamos kávédarálót

---

* Ember és világ. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1964. 50. old.

** *Selye János:* Stressz distressz nélkül. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1976.



nem akarsz használni? Hűtőszekrény helyett várod, mikor jön a „Jege-e-e-e-e-es”!? Lemezjátszó helyett felhúzható gramofonon hallgatod kedvenc lemezeidet?

Mit akarsz mindezekkel? Már belenyugodtam, hogy nem megyek Antitechnikára. Miért tilos valamit használni, ha nem ismerem működési elvét. „Csak azért utasítom vissza az ebédemet, mert nem értem az emésztés folyamatát?” **Anti**

Mégis ritkán eszel nyers húst vagy burgonyát. Tudod, hogy ezek megfeküdnék gyomrodat. Ismeretlen eredetű vízből sem iszol, ha nem vagy meggyőződve annak tisztaságáról. Nem cseréled össze a tojástartót a tojással. Más szóval: ha valaminek a szerkezeti felépítését nem is ismered a *szakember* szintjén, azért a rendeltetésével, funkciójával, célszerű használatával tisztában kell lenned. **Szerző**

Ezek általános igazságok, amik mindenre érvényesek. **Anti**

Csak éppen a gépekre nem? Mosógép, kávédaráló, lemezjátszó: mindegyikben van villamos motor, amitől Te olyan büszkén „távoltartod” magad. **Szerző**

Használatukat azért ismerem. Amikor megveszek valamilyen háztartási gépet, mindig elolvasom a használati utasítást. **Anti**

Miért? **Szerző**

Éppen azért, amit már Te is mondtál: nehogy balesetet okozzak vagy elrontsam a készüléket. **Anti**

Ez mindegyik leírásra kívülről emlékszel? **Szerző**

Ki győzi mindet fejben tartani! De időnként — ha megtalálom — újra előveszem egyiket-másikat. **Anti**

Szóval mégis érdekel a technika? **Szerző**

Anti Dehogy a technika: a zsebem! Nem akarok elrontani egy gépet sem és utána fizetni a javítási költségeket. Amilyen tehetségtelen vagyok a technikához, biztos összekeverném a kapcsolókat, hiszen még egy villamos biztosítót sem tudok kicserélni.

Szerző Gyakran járhat nálatok a szerelő! Úgy látszik, annyira mégsem félted a zsebedet, hogy a legelemibb technikai összefüggéseket megtanuljad.

Anti Nem magolhatom be kívülről az összes használati utasítást.

Szerző Nem gondolod, hogy ott van a baj, hogy mindegyik készüléket külön-külön akarod (úgy-ahogy) megismerni. Így valóságos dzsungel lehet a fejedben, amely áthatolhatatlan összevisszaságban tárolja a sok készülék leírását. Az ilyen dzsungelben pont azt nem találod meg, amire éppen szükséged lenne. Így járt annak a kedves történetnek a „hőse" is, amelyet a rádióban hallottam: Azzal hívta ki a szerelőt, hogy valahányszor a tv-t bekapcsolta... kihűlt a lakás.

Anti Tessék?

Szerző Jól hallottad: kihűlt a lakás. Pedig olvasta a gázkonvektor, meg a tv kezelési utasítását, többször is, de *ilyen* hibára egyikben sem talált utalást.

Anti Hát ez meg hogy lehet?

Szerző A szerelő hamar rájött: a fűtés hőmérséklet-szabályozójának érzékelője a tv háta mögött volt. Mikor a készüléket bekapcsolták, a mögötte levő levegő lassan felmelegedett. A szabályzó nem „tudhatta", hogy ezt a hőmérséklet-emelkedést a tv okozta. „Kötelességének" megfelelően csökkentette a fűtőtestek teljesítményét. A használati utasításokat szorgalmasan tanuló lakó pedig fázni kezdett. Külön-külön minden jól működött, de „hiányzott az összhangzó értelem". Ezt kellett megfizetnie hősünknek.

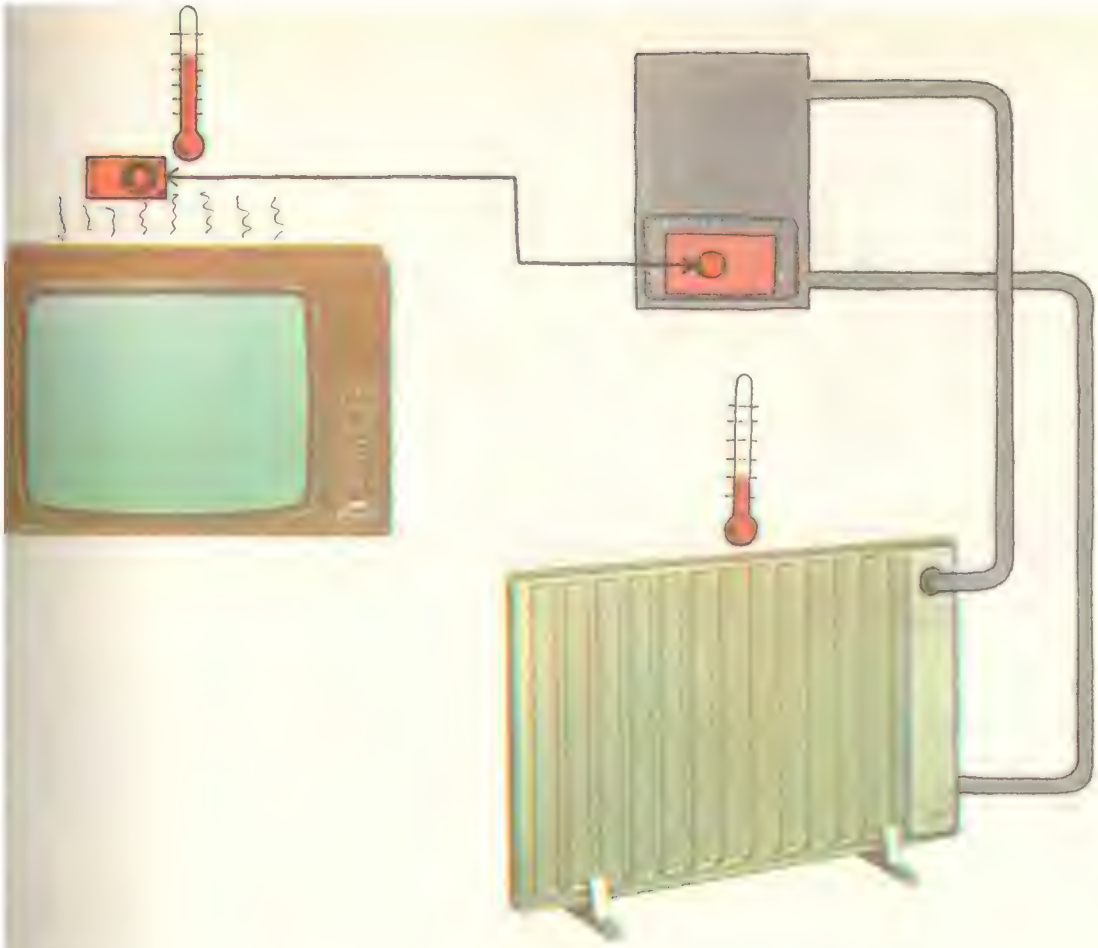
Anti Ezek szerint mindenkinek villamosmérnöknek kell lennie!?

Szerző Most meg Te esel végletekbe! Nem a mérnöki, csak az általános műveltségi szintről beszélek; az általános műveltséghez ma már elválaszthatatlanul hozzá tartozik a technikai műveltség is.

Anti Azért, hogy az ember a lakásában levő gépeket „összhangzó értelemmel" kezelni tudja!?

Szerző Azért *is!* De ennél többről van szó. Iskolában vagy munkahelyen, úttesten vagy járdán, gyalogolva vagy gépkocsit vezetve szüntelenül olyan helyzetben vagy, amelyben technikai ismeretek nélkül még tájékozódni is nehéz. Az úttest zebrája csak akkor nyújt biztonságot a gyalogosnak, ha az tisztában van a „féktávolság" fogalmával. A kanyarban — technikai műveletlensége miatt — fékező gépkocsivezető autója menthetetlenül kisodródik. Sorolhatnám még napestig a példákat.

Anti Ne folytasd, mert a végén még elmegyek gépkocsiszerelőnek. Írtam erről egy verset:
A technika világa csodálatos, remek.
Ezen ábrándozik minden mai gyerek.



Mit nekem költészet, sok benne a szöveg,
Legyen az csak azé, ki a géphez öreg.
Űrhajózás, tévé, autók javítása,
Ezekből megélni, ez aztán a pálya!

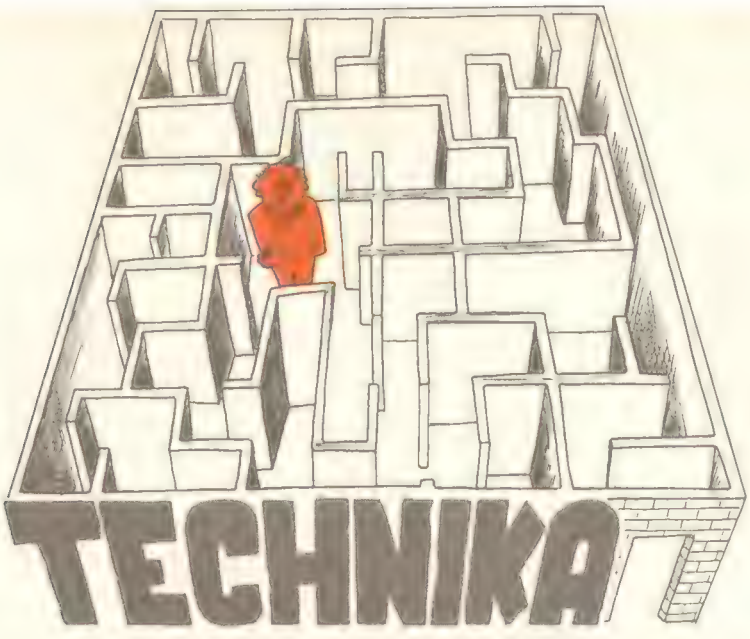
Csodálatos költemény! Gondolom, gúnyversnek szántad. Ne gondold azonban, hogy szakmunkástoborzót tartok. A „technika százada" nem azt jelenti, hogy mindenkinek technikai pályára kell mennie. Megpróbálok én is versben válaszolni: **Szerző**

Technikával tele éltünk minden napja,
Csak az ura lehetsz, vagy tudatlan rabja.
Nincs más választásod: vagy egyik, vagy másik.
Nem hinném, hogy szíved a rabságra vágyik.

Hogy Te miért nem kaptál eddig irodalmi Nobel-díjat?! Végülis mit akarsz? A TECHNIKA lexikonnal a hónom alatt sétáljak az utcán és minden percben lapozzam fel a helyzetnek megfelelő „használati utasítást"? **Anti**

Más utat javaslok, ez úgyis járhatatlan lenne. Nemcsak azért, mert minden helyzetre nem lehet előre receptet adni, hanem azért is, mert a technika rohamos fejlődése miatt lexikonodat naponta kellene újabb lapokkal kiegészíteni. Kíséreljünk meg inkább rendet teremteni a dzsungelben! **Szerző**

Benne vagyok, de hogyan? **Anti**



Szerző Talán sikerül megismerkedni azokkal az általános törvényekkel, amelyek szerint működik minden műszaki berendezés és azokkal az elvekkel, amelyekre felépül az egész technika. Az általános ismeretek birtokában már könnyebb lesz tájékozódni a különböző gépek birodalmában és megtalálni az adott helyzetnek megfelelő „használati utasítást".

(Sikerült-e Anti érdeklődését felkeltenem, nem tudom és még nem is nagyon gondolkodhattam ezen, mert másnap másik barátomhoz siettem, akit „maximális" technikai érdeklődése miatt Maxnak neveztem. Neki is megmutattam Géposzág és Antitechnika leírását.)

4. Beszélgetés Géposzág „védőjével"

Max barátom, miután elolvasta Gulliver hetedik utazásának történetét, értetlenül nézett rám. Ő, aki mindenfajta gép lelkes barkácsolója és büszkén hirdeti, hogy született műszaki zseni, sehogysem tudta megérteni Gulliver menekülését Géposzág paradicsomából. Késő estig tartó vitánk valahogy így zajlott le:

Max Én bizony inkább választottam volna Géposzágot, még örökös körfolyamataival is. Élvezném a csodálatos összhangban működő és teljesen automatizált gépsorokat. „Beszélgetnék" a Nagy Agy nevű központi számítógéppel, visszakérdezve a rengeteg tárolt információt. Életem végéig boldogan élnék ilyen környezetben.

Szerző Ne siesd el a dolgot! A Duna partján, a Gellért-hegyre néző ablakod mögül, barátaid és családod körében könnyű Géposzág „harmóniáját" dicsérni.

Max Mesebeszéd! Akkor érzem igazán a gépek harmóniáját, amikor kis műhelyemben barkácsolok és összehozok valami ügyes kis gépezetet...

Szerző ...hogy aztán egy kellemes társaságban nagyokat sétálj a havas erdőben vagy jót ússz a Balatonban.

Enélkül is meglennék! Napokat is eltöltenék egy-egy gépteremben, megismerkedve a szellemes automatákkal. **Max**

És kivel beszélgetnél? **Szerző**

Ott van a Nagy Agy, meg Rob Ottó és bizonyára a robotok egész serege. Egy nap alatt több műszaki ismeretet szerezhetnék tőlük, mint most egy hónap alatt. **Max**

Minden áldott nap velük beszélgetnél vagy nézelődnél? Nem lenne unalmas egy kicsit az ilyen passzív élet? **Szerző**

Tudod jól, hogy sok mindenhez értek; előbb-utóbb barkácsolni is kezdenék: kijavítanám a gépsorokat, ha valamelyikük meghibásodik. **Max**

Nagyon nem szeretem ezt a „meghibásodás" szót. **Szerző**

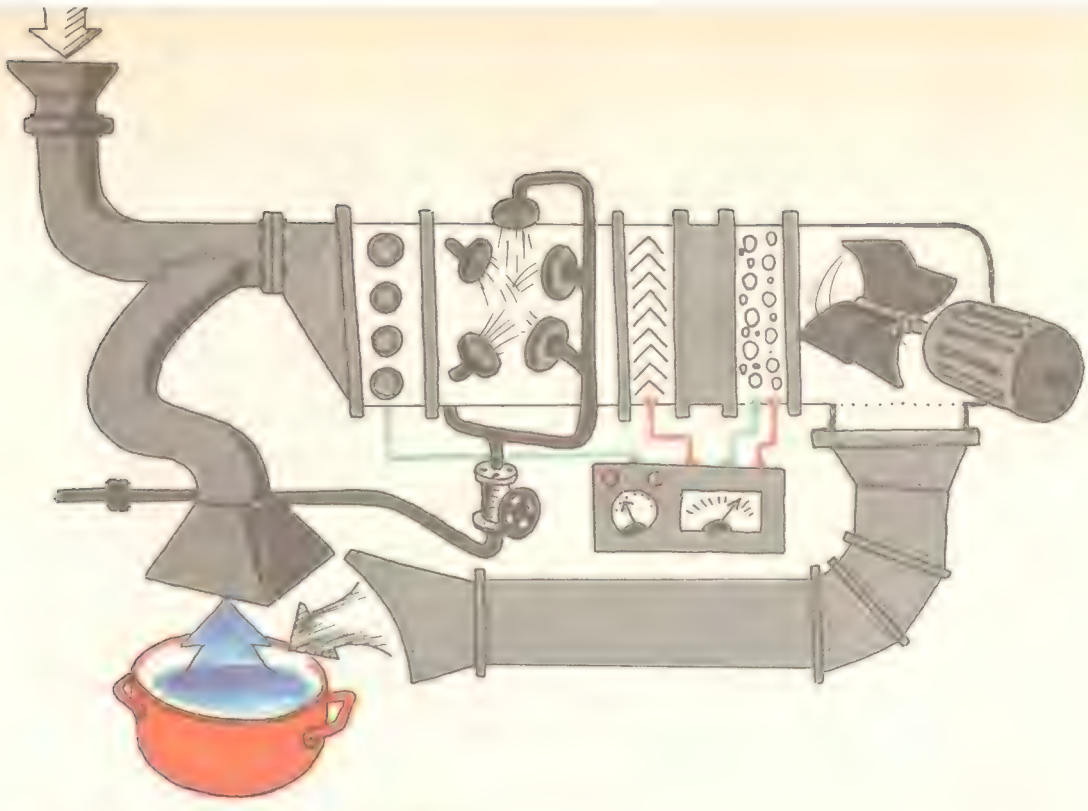
Pedig „Hivatalos nyelvünk kézikönyve"* szerint használható, „ha nem tudjuk pontosan megnevezni a keletkezett hibát és az általános jelentésű *elromlik*, *tönkremegy* igét túl erősnek tartjuk". **Max**

Hát akkor legyen „meghibásodás", de nem hinném, hogy a robotoknak szükségük lenne a Te segítségedre. **Szerző**

A robot legfeljebb csak a hibát tudja kijavítani, én azonban — ha már megismertem — tökéletesíthetném, továbbfejleszthetném egyik-másik szerkezetet. Már ki is gondoltam egyet. A konyhában levő csőpostavezetékek egyikét átalakítanám: egy ventillátort kötnék hozzá és gondoskodnék a konyhaszaggal teli levegő folyamatos elszívásáról. **Max**

---

* PM ÁSZI kiadványa, Budapest, 1976. Szerkesztette: Grétsy László.



Szerző Mit csinálnál az elszívott levegővel?

Max A szabadba engedném és helyette, egy másik csövön friss levegőt fújnék be.

Szerző Azt nem lehet! Az állandó körfolyamatot biztosítani kell!

Max Akkor készítenék egy szűrőt, azon szívnám át a levegőt. Utána még átengedném egy vegyi anyagokkal teli tartályon, az lekötné a szagokat is. A megtisztított levegőt szükség szerint hűteném, vagy melegíteném (energia van elég!), esetleg nedvesíteném is és visszafújnám a konyhába, ahol így mindig friss és kellemes légállapot uralkodna.

Szerző Szóval: légkondicionálást vezetsz be. Csakhogy: az „ikergépek" törvénye miatt mindjárt a fordított folyamatot is biztosítanod kell.

Max Csak nem akarod, hogy a kiszűrt port és a lekötött szagokat visszavezessem a levegőbe?

Szerző Nem én akarom, hanem Gépország törvényei. Amit Te akarsz, az olyan gép, aminek már külön eredménye és célja is van: ez megbontja a „zárt körfolyamat" rendszerét.

Max Akkor majd változtatunk ezen a rendszeren!

Szerző Csakhogy ezt a Nagy Agy programja nem engedi!

Max Őt is meg lehet győzni, hogy a célszerűség jobb, mint a céltalanság.

Szerző Meggyőzni? Legfeljebb átprogramozni; egy számítógép nem gondolkodik, csak végrehajtja programját.

Akkor megtanulom a programozását és átalakítom „gondolkodását". **Max**

Ezzel valóban emberiesítenéd a géptársadalmat: működését úgy alakítanád át, hogy céljaidnak legjobban megfeleljen. Feltételünk azonban az volt, hogy a géptársadalom törvényeit *elfogadva* akarsz köztük élni. **Szerző**

Igaz, erről megfeledkeztem. De az csak megengedhető, hogy egyik-másik gépen valamit változtassak? **Max**

Kötve hiszem! Emlékezz csak Ottó magyarázatára: „A Nagy Agy célja, hogy géptársadalmunk minden egyede zavartalanul és nyugodtan, az idők végtelenségéig *változatlanul* (!) működjön." Ilyen „cél" mellett nem képzelhető el, hogy valamit is tökéletesíts a szerkezeteken. **Szerző**

Akkor a magam kedvtelésére barkácsolnék valamilyen gépet. Remélem, ez nincs megtiltva. **Max**

Feltéve, hogy az „inverz" gépet is megcsinálod. Mindjárt adok egy ötletet. Kis kocsikat készítsz, csinálsz egy pályát, amin legurulhatnak, de mindjárt hozzácsatlakoztatsz egy felvonót, ami a legurult kocsikat a pálya elejére viszi. **Szerző**

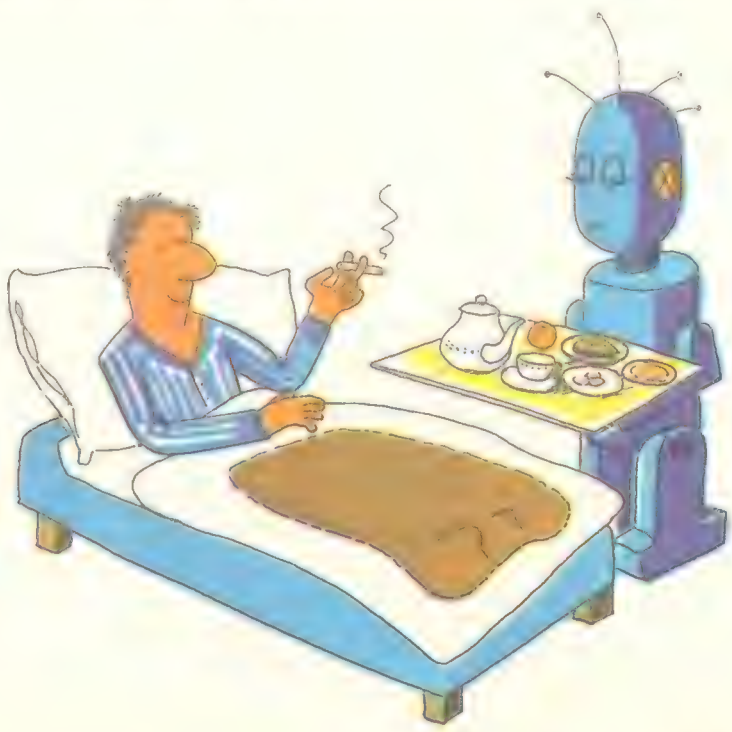
Ez a Te ötleted? A „Matchbox" katalógusban ez „S—900 Strak Around" néven szerepel és boltban, pénzért kapható. **Max**

És mi ebben a játék? **Szerző**

Tudod, milyen élvezet nézni a kis kocsik örökös száguldását?! **Max**

Egy ideig, de állandóan? Ugyanolyan élvezet lehet, mint az automata kuglipálya. Ilyen „hasznos" szórakozásokkal akarsz egész életedben foglalkozni? **Szerző**

Még mindig jobb, mint az őserdőben bolyongani védtelenül, kitéve magamat a természet ezernyi veszélyének. Inkább élek a gépek nyújtotta kényelmes és gondtalan világban. **Max**



Szerző „Süttetve" magad a mű napfényben.

Max Néha azért kimennék a tengerpartra sétálni...

Szerző Ha ugyan ezt szabad (erről nem írt Gulliver), biztos élveznéd az arany és ezüst kockák közötti sétát; a mértani idomok szépsége majd pótolja a fákat és virágokat.

Max Készítek műanyag fákat és virágokat, telerakom velük a tengerpartot, s meglesz az illúzióm.

Szerző Esetleg kikeversz különböző vegyszerekkel valamilyen folyadékot, beszórod velük a műanyag kertedet és így még a rózsák és fenyők illatát is „élvezheted".* Rád hagyom ezt az élményt, én nem kérnék belőle!

Max Nem állítom, hogy a természet nyújtotta szépséget pótolni tudom, de legalább büszke lehetek, hogy mindent magam csináltam.

Szerző Furcsa büszkeség: gépi úton utánozni a természetet?! De hát ez a Te dolgod. Ezek szerint életed végéig barkácsolni fogsz, egyedül élvezve á „gépparadicsomot".

Max Ki mondta, hogy egyedül? Akkor kinek mutogathatnám műveimet? Az igazi élvezet az, amikor mások gyönyörködnek masináimban, én pedig magyarázhatom működésüket. Természetesen magammal viszem családomat és barátaimat is.

Szerző Helyben vagyunk, Te is kezdesz emberi társadalmat építeni, célod pedig az ő szórakoztatásuk lesz. Társadalmad tagjai azzal fognak „szórakozni", hogy csendben bámulják barkácsolásodat, éljenzéssel fogadva egy-egy „művedet".

Max Ne gúnyolódj! Ha többen vagyunk, megoszthatjuk egymás között a munkát. Mindenkit megtanítok barkácsolni. Közösen fogunk egy-egy szerkezetet összeállítani.

Szerző Csak játékokat fogtok gyártani?

Max Mégpedig töméntelen mennyiségben, teljes automatikával, hogy a Nagy Agy is meg legyen elégedve, ha már más hasznos dolgot nem enged csinálni.

Szerző Megjelent a „homo ludens", a játékos ember. Felépíti a központi játékgyárát, ontja a játékokat, csak éppen nem játszhat vele.

Max Miért ne játszhatnék?

Szerző Te mondtad, hogy teljesen automatikusak lesznek; ez egyébként is törvény Gépországban. Persze azt sem tudom, hogy miért nevezed az ilyen játékokat „hasznosnak"?

Max Mert látjuk két kezünk munkájának eredményét. Ha játszani nem is lehet velük, de legalább a készítés öröme meglesz.

Szerző Egy ideig. Egy idő után ugyanis számítanod kell arra, hogy a Nagy Agy a játékgyártást is automatizálni fogja, megtiltva, hogy ilyen „felesleges" dolgokkal foglalkozzatok. Emlékezz csak, hogyan válaszolt Gulliver második kérdésére: NAGY AGY

---

* „Gépország" lázálma — úgy éreztem a könyv írása közben — minden egészséges gondolkodású emberben visszatetszést szül és nem akadhat igazi védője az ilyen embertelen gépvilágnak. A kézirat lezárása után szereztem tudomást arról, hogy Jay Swayze texasi építész a világtól elzárt, valóban föld alatti luxusvillákat tervez, szabályozott klímával, úszómedencével, elektronikusan vezérelt mesterséges napfénnyel, mű naplementével, sőt mű holdfénnyel. Ráadásul a villa ablakai föld alatti kertre néznek, amely tele van „ültetve" pompázó művirágokkal.

A NEVEM, MERT EGÉSZ GÉPORSZÁGBAN CSAK NEKEM LEHETNEK ISMERETEIM... MINDEN GÉP ÉS/VAGY ROBOT PROGRAMJÁT ÉN ADOM MEG ÉS TAPASZTALATAIKAT IS ÉN GYŰJTÖM ÖSSZE. Számára Ti „védett egyedek" lesztek, akiket „kímélni" kell. Esetleg kialakít egy automatizált játékgyárat, de — az „ikerfolyamatok törvénye" miatt — annak inverz gyárát is: az elkészült játékokat automatikusan szétszerelteti, hogy legyen nyersanyaga a játékgyárnak.

Ez lehetetlen! Nem tölthetjük egész életünket csak passzív nézelődéssel. **Max**

Miért ne!? Csodálhatjátok a gépek tökéletes technikáját. **Szerző**

És ha már mindent megismertünk? **Max**

Most Te kérdezel, pedig Te választottad Gépországot. **Szerző**

Nem fogsz ki rajtam. Szabad időnkben majd olvasunk és tanulunk. **Max**

Megint elfelejtetted, hogy ott csak a Nagy Agynak lehetnek ismeretei. De miért is tanulnátok, hiszen mindenetek megvan? Ha valamire kíváncsi vagy, csak meg kell kérdezned a Nagy Agyat. **Szerző**

Ez rosszabb, mint egy börtön! Ott legalább dolgozni is lehet! Valami életcélt csak lehet találni a Te Gépországodban! **Max**

Miféle életcélt akarsz azon kívül, hogy éltek és szaporodtok. Kis emberi társadalmad lét- és fajfenntartása biztosítva van. **Szerző**

A tétlenségben úgy elpuhulnánk, hogy végül nem emberek, hanem alig mozgó, hájfejű élőlények népesítenék be a Nagy Agy birodalmát. **Max**

De az általad csodált technika fennmaradna! **Szerző**

Miféle technika az, amiben nincs helye az emberi munkának, az ember alkotó tevékenységének, az alkotás örömének? Miféle technika az, amelynek célja nem az ember? **Max**

Szerző Mi van barátom, menekülsz Gépországból? Mégsem olyan paradicsomi az ottani állapot?

Max Végülis mit akarsz? A luddistákat, a XIX. század géprombolóit kövessem és pusztítsak el magam körül minden technikai eszközt?

Szerző Ez értelmetlen lenne és visszavezetne az állati sorba. Az egész „játék" csak arra volt jó, hogy belásd: a gép, a szerszám még nem technika.

Max Mi más lenne a technika, ha nem gyártási, termelési eljárások, a műszaki és természettudományoknak a termelésben való alkalmazása. Még a Magyar Értelmező Kéziszótár is így határozza meg a technikát.

Szerző Ezek szerint Gépországban fejlett technika uralkodik?

Max Most már magam sem tudom! A Gulliver leírása szerint igen.

Szerző És Te szeretnél ott élni?

Max Olyan feltételek mellett, mint amilyeneket az ottani „törvények" jelentenek: nem.

Szerző Miért nem, hisz a technika szerelmese vagy.

Max Az *emberért* való technikának vagyok szerelmese és nem a céltalan, embertelen körfolyamatoknak.

Szerző Így Gépország mégsem a technika országa?

Max De igen, az ember nélküli technika karikatúrája.

Szerző Csakhogy *ember nélkül nincs technika!* A technika több, mint a munka eszközök és tárgyak összessége, valamint az előállításuk és alkalmazásuk módszere (vagyis a technológia). Az emberi társadalom hozta létre a technikát, a természet feletti uralmának egész rendszerét. Olyan rendszer ez, amely csak az emberi társadalmon belül létezhet, értelme pedig: az EMBER céljainak szolgálata.

(Sikerült-e Max érdeklődését felkeltenem a technika társadalmi vonatkozásai iránt? Sikerült-e meggyőznöm arról, hogy a technika ismerete nem szűkíthető le a barkácsművészetre, papírhajtogatásra és modellépítésre, anyagismeretre és gyárlátogatásra? Nem tudom, de remélem, hogy mind „Anti", mind „Max" e könyv további beszélgetéseinek is olvasói lesznek.)

II. Mi a technika?

„A valóság minden ismerete a tapasztalatból ered és oda tér vissza."

(EINSTEIN)

1. Időgéppel a technika nyomában

Az időgép — a fantasztikus irodalom csodálatos szerkezete. Segítségével szabadon utazhatunk a múltba és a jövőbe. Mi sem könnyebb ennél: készítsünk mi is időgépet. Kell hozzá néhány méter fehér vászon, néhány kapcsoló, egy időmutató... és kész. A kapcsolókat elhelyezzük szobánk közepén: ezekkel fogjuk „irányítani" gépünket, mint egy repülőgépet. Csak éppen nem a magasságot és a sebességet, hanem az időpontot és a helyet fogjuk változtatni. A vászonnal pedig beborítjuk körbe a szobánk falát. A többi már „csak" a képzelet dolga. A kapcsolókon beállított idő és hely megjelenik, mint egy nagy körmoziban!

Első állomásunk a néhányszáz évvel ezelőtti Ausztrália. A Nagy Varázslót látjuk, a törzs gyermekeinek körében. Éppen az ember teremtésének történetét mondja el: „...és ekkor Pund-dzsel, a mindenható, nagy késével fakéregből három nagyobb darabot hasított ki. Az egyik darabra agyagot tett, megmunkálta késével és jó keményre gyúrta. Aztán a másik kéregdarabra tett agyagot és emberi alakot formált belőle. Annyira meg volt elégedve művével, hogy örömében körültáncolta az agyagfigurákat. Ezután rostos eukaliptuszkérget vett elő, hosszú szálakká hasította, majd ráragasztotta a figurák fejére. Így alkotta meg az ember haját. Tetszett a műve, de bántotta nagyon, hogy a figurák nem mozognak. Gondolt egyet és egész testével rájuk feküdt, szájukba, orrukba, köldökükbe lehelt. Erre megmozdultak, lábra álltak és egészen felnőtt emberek módjára beszélni kezdtek."

Egy kapcsolás és máris egy másik sziget képét látjuk: Borneo. Úgy látszik, itt is „tanítási nap" van, mert a fiatalok gyűrűjében álló vénember szavait halljuk: „Az első embert két nagy madár teremtette. Először fából próbáltak csinálni embereket, de ez nem sikerült nekik. Azután sziklából faragtak emberalakokat, de ezek nem szólaltak meg. Végül nedves földből gyúrták az embert és vörös gyantát töltöttek ereikbe. Rákiáltottak és az megszólalt. Elnevezték „Tanna Kumpok"-nak (földből tapasztott-nak)."

Ismét egy „ugrás" és máris a Fülöp-szigeteken vagyunk. A kumi törzs főnöke szerint az ember teremtésének „egyetlen és igaz" története így hangzik: „Az isten

agyagból két emberi alakot gyúrt, egy férfit és egy nőt. De amikor befejezte munkáját és aludni tért, éjszaka megjelent egy nagy kígyó és fölfalta a két testet. Ez kétszer vagy háromszor megismétlődött, úgyhogy az isten már nem tudta, hogy mitévő legyen. Végül egy reggel korán felkelt, s azzal kezdte, hogy agyagból egy kutyát formázott és életet lehelt belé. Utána újra emberi alakokat gyúrt és éjszaka a kutya vigyázott rájuk. Amikor jött a kígyó, a kutya ugatni kezdett és elkergette." Így reggelre megmaradtak az emberi testek és azokba életet lehelt.*

Most a Nagy Vallások Múzeumában találjuk magunkat. Az „ember teremtése" gyűjtemény hatalmas termet tölt be. Az ősegyiptomi hitrege úgy beszéli el, hogy Hnum isten agyagból alkotta meg az első embert, egy fazekaskorongon. Ott találjuk a Bibliát is: „És formálta vala az Úr Isten az embert a földnek porából és lehellett vala az ő orrába életnek lehelletét". A muzulmánok szent könyve, a Korán már egész sor változatot ad meg. Az egyik helyen azt olvashatjuk, hogy Allah a földből teremtette az embert, a másik helyen a vízből, a többinél különböző agyagfajtákból. Miután megmintázta az ember külsejét, vázát, „lelket lehelt belé; adott néki hallást, látást, szívet".

Se szeri, se száma a különböző vallások történeteinek. Van, amelyekben az isten — nem ismervén a fazekasmesterséget — a tengert vagy a tavat használta fel a terem-

* Időgépünket a valóságban *James Frazer* angol etnográfus könyve helyettesítette, amelyben személyesen feljegyzett eredeti történeteket írt le.

téshez. Egyes polinéziaiak arra a kérdésre, hogy miként keletkezett a világ, ezt válaszolják: egyszer isten horgászbottal a kezében a tengerparton ült és horgával hirtelen egy nagy hal helyett a világot húzta ki a vízből.

Úgy tűnik, hogy az ember „előállítása" (a világ legkülönbözőbb tájain uralkodó hitek szerint) isteni munka eredménye, csak a technológia különböző.

Igaz, szép számmal akadnak olyan legendák is, amelyekben az istenek legfeljebb csak passzív megfigyelői az „eseményeknek". Az ausztráliai dieri törzs úgy tudja, hogy valamikor a Peregundi-tó közepében megnyílt a föld és a nyílásból állatok jöttek elő. Fejletlen testük a tó körüli parton, a Nap hatására növekedni és erősödni kezdett, végül kész emberekké váltak.

Egy sor a Kalevalá-ból: „Tengervízből ember termett, habokból egy hős előjött".

A buddhizmus tanítása szerint előbb a semmiből létrejött a víz és a levegő. E két őselemből alakult ki a lapos Föld, melynek közepén a Szumeru nevű óriás szent hegy emelkedik és ekörül kering a Nap, a Hold és a csillagvilág.

A Múzeum bölcs tudósa sommásan foglalja össze a tanulságot: Az ember mindig csak ismert dolgok alapján tud az ismeretlenre következtetni. Minél szegényesebbek az ismeretei, „annál inkább hajlamos a fantázia segítségével megmagyarázni azokat a jelenségeket, amelyek valamilyen oknál fogva magukra vonják figyelmét"*. (Jó lesz ezt a mondást emlékezetünkbe vésni, mert a technika és a tudományok történetében még hosszú ideig kísért „a fantázia segítségével magyarázás"!)

Gyerünk tovább az időgéppel! Irány a valódi múlt: keressük a technika kezdetét! Kapcsolás és máris a földtörténeti harmadkor végén vagyunk; több, mint 1 millió évvel ezelőtt. Egy pillantás a képre elég, hogy észrevegyük: „túlszaladtunk" célunkon. Ahogy előretekerjük az időgombot, szemünk előtt játszódik le a szárazföldek és tengerek helyzetének változása. A Föld északi és déli féltekének időjárása egyre zordabbá válik, megritkulnak a korábban dúsan termő erdők. Az erdőt ősmajmok népesítik be, de néhányuknak már le kell szállniuk a fáról, ha élelmet akarnak szerezni.

A Földön kialakult a természet csodálatos gazdagsága, a növény- és állatvilág. A havasi gyopár, az örök fagy birodalmának határán a zord sziklák világához, a trópusi kaktusz a perzselő naphoz és a tikkasztó szárazsághoz alkalmazkodott. Sorolható még a növények sokasága, amelynek minden egyede helyhez kötötten él és ezért csak úgy tud fennmaradni, ha az adott szűk környezet feltételeihez hozzáidomul. Az állatoknak valamivel könnyebb dolguk van: a helyváltoztatás lehetővé teszi számukra, hogy megkeressék az élelmet nyújtó helyeket. Embert azonban seholsem látunk. Feltűnik néhány ősmajom; néha még négykézlábra ereszkedik, de már megáll a hátsó lábán. Járásnál nem kell mellső végtagjait használnia: a kéz felszabadult. Meglepő, ahogy időnként egy-egy kődarabot felkap és egy másik állat felé hajítja. Csak nem ez az ember?

A történelemtudós szerint „ősünk emberlábú, de majomfejű lény volt... Évmilliók kellettek ahhoz, hogy ebből a viszonylag fejletlen, úgyszólván állati agyú ősemberből az „értelmes" jelzővel büszkélkedő *Homo sapiens* kialakuljon**". Időgépünkből még csak ezt az előembert látjuk, de a filmkockák gyorsan peregnek. A kődarab ösztönös felhasználása sokoldalúvá és egyre gyakoribbá válik: kődarabbal törik fel

* *Plehanov:* A vallásról. Kossuth, 1960. 261. old.

** *Makkai László:* A kőszerszámtól a gépig. Minerva Nagy Képes Enciklopédia. 1974. 3. kötet.

a kemény héjú gyümölcsöket, azzal védekeznek az erősebb állatokkal szemben. A szokás nemzedékről nemzedékre öröklődik és lassan, de biztosan ügyesednek a követ használó végtag mozdulatai: ez már KÉZ, és a kézben levő kő: SZERSZÁM.

Ne gondoljuk azt, hogy „az okos ősember meglátott egy éles kődarabot és felismerte benne a szerszámot"! Arról van szó, „hogy egy, a mai értelemben cseppet sem okos előember ösztönszerűen felragadott egy éles kődarabot és annak használata közben jött rá, hogy az szerszám; majd sokkal később, hogy ilyet készíteni is lehet"*. Időgépünkből figyeljük az ősember további fejlődését, mint valami gyor-

* *Makkai László:* i. m.

sított filmet. Százezer esztendő fut le előttünk néhány perc alatt. Az ösztönös szerszámhasználat rendszeressé válik. A csapatokban kóborló ősember kőzáporával már a mammutot is legyőzi. Éles kődarabokat keres, hogy megnyúzza az elejtett állatot. Nehezen boldogul a természetben talált „késsel". A kezében tartott kődarab nem felel meg céljának, az ősember nézegeti, másikat keres, de nem talál. És ekkor... szó szerint: *forradalmi* pillanat tanúi vagyunk. Ütögetni kezdi életlen kődarabját egy nagyobb kőhöz. Szilánkok pattannak le. A kezében tartott kő élesebbé vált! Ezzel már könnyebb lesz megnyúzni a vadat. Megtörtént az első *szerszámfejlesztés!* Artikulátlan hangok törnek elő torkából; mutogatja a csapat többi tagjának az új, általa kialakított vágókövet. Sokan talán hóbortos őrültnek tartják, aki a bevált és megszokott, a természetben fellelhető eszközök helyett nehéz munkával csinál magának szerszámot, de a csapat fiatalabb tagjai hamarosan utánozni kezdik. Azt is észreveszik, hogy további ütögetéssel nemcsak vágó, de szúró szerszámot is lehet kialakítani a kőből. „Evés közben jön meg az étvágy!" Egyikük ezt a hegyes kődarabot indákkal hozzáerősíti egy bot végéhez. Kipróbálja „dárdáját", majd szaggatott kiáltásokkal mutatja be társainak az új vadászfegyvert, amivel már messziről is eltalálja zsákmányát.

Ez a csapat már szerszámfejlesztő, munkát végző *emberi* közösség. Az állatok is használhatnak ugyanis egyes szerszámokat. Az ember őse akkor kezd elválni az állatvilágtól, amikor a használat közben felismeri szerszámának valamilyen tökéletlenségét és megkezdődik a szerszámfejlesztés — napjainkban is folytatódó — folyamata. A szerszám az ember kezében olyan eszköz, amely lehetővé teszi, hogy a természethez ne csak alkalmazkodjék, hanem azt átalakítsa, céljai érdekében felhasználja. A kezdeti ösztönös tevékenység fokozatosan, rendkívül lassan, de mégis *tudatossá* válik; az ember észreveszi, hogy bizonyos feltételek mellett a természeti erők nekik „dolgoznak"! A már kezdetben is meglevő társas együttlét egyre fontosabbá

vált. Az ősemberek közösségéből fokozatosan emberi társadalom lesz. A közös fellépéshez, a szerzett tapasztalatok átadásához, az emberi társadalom teljes kialakulásához azonban még beszédre is szükség volt.

Akármennyire is figyelünk, csak hangfoszlányok jutnak el fülünkig. Mihez hasonlítsuk ezeket a hangokat? A szarvast elejtő vadász az imént azt kiáltotta „Hej!". Ott meg egy gyermek ijedten kapja el ujját a tűzből kivett, még forró húsdarabtól: „Jaj!". Lehet, hogy ezek a hangok már szavak, amelyek érzéseket fejeznek ki, amelyeknek akkor is értelmük van, amikor maga az esemény már rég elmúlt?

Egyes tudósok szerint az első szavak a természeti zajokat és a vadállatok hangját utánozták. A muuu, kukurikú, vau-vau, bumm — „magyar szavak", de hangzásuk emlékeztet azokra a hangokra, amelyeket jelölnek. A macska nyávogása angolul *meow*, magyarul *miau*, oroszul *mjau*. A magyar kutyaugatás *vau-vau*, az angol *bow-wow* (kiejtve: bau-vau), az orosz: *gav-gav*. A tüsszentés (kiejtés szerint) a különböző nyelvekben így hangzik: angol: *atcsu*, a spanyol: *antcsisz*, a német: *hatcsi*, a francia: *atsuen*, orosz: *apcshi*, kínai: *hacsi*, magyar: *hápci*. („Kár", hogy a japánban a tüsszentés *gu-gu*, az indonézben pedig *vahing!*) „Sok tudós úgy véli" — írja az amerikai Folsom —, „hogy az első szavak valamilyen egyszótagú parancskifejezések voltak, mint állj, menj, adj, még, s i. t. Ezek segítségével közölték egymással, hogy mit *kell* csinálni. A nyelv akkor keletkezett, amikor a történelem előtti ember a szükséges tevékenységet hangokkal is kifejezte. Fokozatosan került a nyelvbe a tárgyak megnevezése. Ha az emberek észrevettek valamilyen tárgyat, és az a tárgy valami miatt számukra fontos volt, nevet adtak neki... Senki sem tudja, hogy mindez mikor és hol kezdődött" (valószínűleg közel egyidőben és több helyen is!), „de bárhogy és bárhol történt is, az emberek beszélni kezdtek, mert ezt kapcsolatuk szükségessé tette. Egyszerűen nélkülözhetetlen volt egy olyan eszköz, amellyel lehetségessé vált ismereteiket egymásnak átadni."

A beszéd, a nyelvi kapcsolat egyre tökéletesedik, és vele együtt fejlődik az őt használó ember is, hasonlóan a szerszámfejlesztés folyamatához. Az ember, amikor szerszámot használ, önmagát is fejleszti. Nemcsak azzal, hogy célszerűbbekké, ügyesebbekké válnak mozdulatai (sőt: a szerszámot használó kéz is), hogy megtanul gondolkodni, emlékezni a múltra és észreveszi, hogy a szerszámot csiszolni, tökéletesíteni lehet, hanem azzal is, hogy a használat közben új igényei is kialakulnak; olyanok, amelyekre korábban nem is gondolhatott. Az ember, amikor a beszédet „használja", önmagát is fejleszti. Nemcsak azzal, hogy ügyesebben tud bánni hangképző szerveivel, hogy megtanul szóképekben gondolkodni, elmesélni a múltat (hűen előadva és megértetve társaival az általuk nem is látott eseményeket) és észreveszi, hogy kifejezési módját csiszolni, tökéletesíteni lehet, hanem azzal is, hogy gondolatainak szavakba formálása közben új kifejezések iránti igényei is kialakulnak; olyanok, amelyekre korábban nem is gondolhatott.

„Amikor a beszéd ... használata kezdetét vette, az értelem fejlődése óriási lépéssel haladt előre; ugyanis a beszéd állandó használata bizonyára visszahatott az agyvelőre és örökölt hatást eredményezett; ez pedig nyilván újra visszahatott a beszéd fejlődésére*."

Szálljunk tovább időgépünkben, a képzelet szárnyán. Az emberek munkája, társadalma egyre szervezettebbé válik. Már csak a messze vadonban élnek olyan törzsek, amelyek élelmüket gyűjtögetéssel és vadászattal szerzik meg. Egyre nagyobb a megművelt földterület, s feltűnnek az első települések is. Több mint 5000 évvel ezelőtti időt mutat „óránk". Megjelennek az első technikai forradalom vívmányai: forog a fazekaskorong, gémeskútból merítik a vizet, elindulnak az első kerekes kocsik. A kezdeti ásóbotból eke lett. És íme: ott már téglát égetnek. A barlangok és kunyhók helyett téglaházakba költözik az ember.

Hogyan jöhettek létre ezek a technikai eszközök?

Az ősembernek még eszébe sem juthatott pl. a fazekaskorong, egyszerűen nem volt *igénye* ilyen eszközre. A kézzel összegyűjtött magvak és gyümölcsök kezdetben halomba rakva feküdtek a barlangban, később azonban indákat felhasználva fontak maguknak kezdetleges tárolóedényeket. Múlt az idő és a fonott tartályokat már agyaggal belülről kitapasztják. Egyszer — talán véletlenül — egy ilyen tartály a tűzbe esett. Mire sikerült kikaparni onnan, a fonott rész elégett és visszamaradt a kőkeménnyé égetett agyagedény. Ebben már vizet is lehetett tárolni. Egyre szebbé formálták az edényt, elhagyva a fonott formát. (De: a fonásmintát utólag rárajzolták, mert azt „bűvös jelnek" tekintették!) Az agyag formálhatósága és az égetés utáni előnyös tulajdonságai újabb és újabb igényeket szültek: a fazekasmesterség megbecsült és gyorsan fejlődő tevékenységgé változott.

Meglevő szerszám → a szerszám használata → újabb igények felismerése → a szerszám továbbfejlesztése:

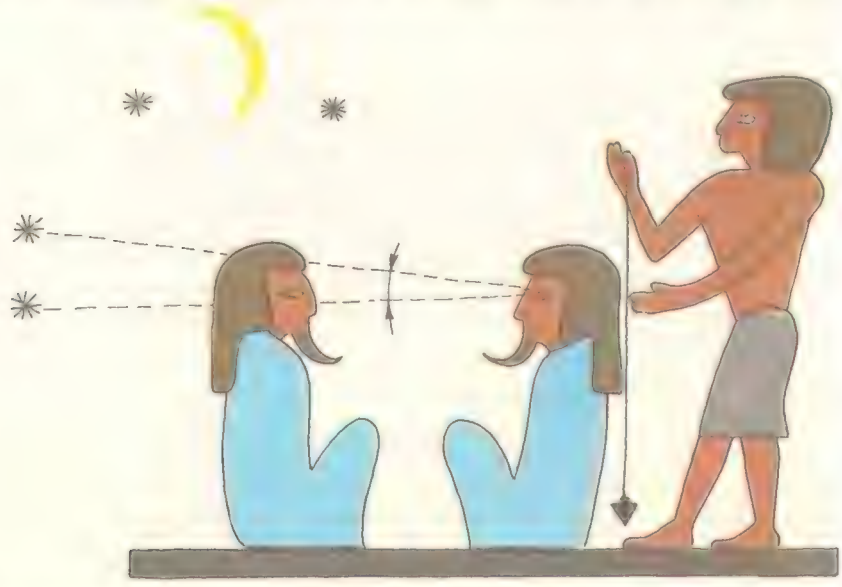
* *Darwin:* Az ember származása. Gondolat, Budapest, 1961. 670. old.

az a láncolat jellemzi hosszú évezredeken keresztül a technikai fejlődést. Az egyiptomi ősi síremlékek falain földműveseket és mesterembereket láthatunk munka közben. Az asztalos deszkát fűrészel, a cipész szandált varr, a kovács éleszti a tüzet a fújtatóval. És közben egyre több és több tapasztalatot gyűjtenek az emberek. Csak rajzokkal már nem lehet rögzíteni ezeket a tapasztalatokat. Táblák fölé görnyedő embereket látunk, akik rajznak egyszerű, de a mai betűkhöz képest bonyolult jeleket vésnek egymás után: létrejött az írás. Az írnok szerepét csak a „kiválasztottak" láthatják el. (Az ékírásban a pap és az írnok jele ugyanaz volt!) Az ő feladatuk az is, hogy megfigyeléseikkel újabb tapasztalatokat szerezzenek.

A Nílus partján két pap (vagy írnok, vagy tudós?) ül egymással szemben. Mozdulatlanul ülnek. Hogy véletlenül se mozduljanak el, függőónnal ellenőrzik testtartásukat. Késő éjszaka van. Egyikük szemét mereven egy távoli csillagra szegezi. A csillag lassan „közeledik" a másik vállához, majd a feje mögött eltűnik*. Felvésik vízórájukra az időpontot. Elvonulnak és hosszas számítások után, a többi — hasonló — megfigyelés alapján rögzítik az adatokat: a Napisten 13 szakaszra osztotta az évet, amelyből 12 szakaszban 30-szor, a 13.-ban 5-ször kel fel a nap (365 nap!). Ismerni kell az időt, mert tudni kell, mikor árad a Nílus! Feltűnnek a tudomány kezdeti, még varázslatokkal és fantasztikus magyarázatokkal összenőtt elemei**.

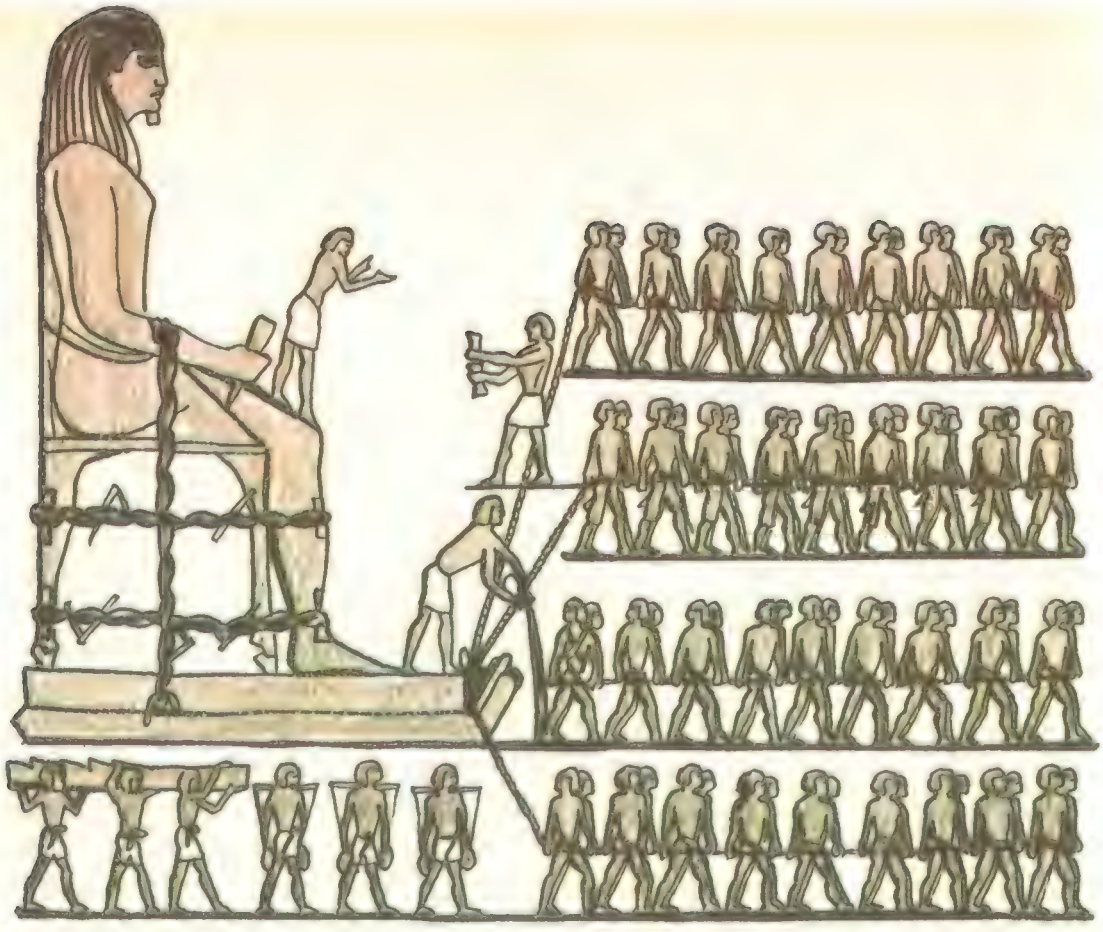
Még egy pillantás az észak-afrikai vidékre. A távolban evezős és vitorlás hajók szelik a tengert. A nagy Ramszesz fáraó hajózható csatornát építtet a Nílus és a Vörös-tenger összekötésére. (Az építést i. e. 285-ben fejezték be, s a csatornán a kor hadihajói is közlekedtek.) A Nílus partján emberek tízezrei mozognak, szemmel láthatóan szervezetten, egy irányba: többtonnás kődarabokat szállítanak és emelnek egyre feljebb. A munkavezetők kezében szintező, függőón és szögmérő. 148 m magasba emelkedik a Kheopsz-piramis, a fáraó momumentális síremléke, melynek tömege közel 7 millió (!) tonna.

Időgépünkben gyorsan peregnek a képek, de ez senkit se tévesszen meg: Ha „filmünket" egyenletes sebességgel vetítenénk és az első embertől napjainkig a tör-



* *Iljin—Szegál:* Hogyan lett az ember órlás. Szikra, Budapest, 1950. 188. old.

** A természettudományok kialakulását — a kezdeti mítoszoktól a modern fizikáig — *Fényes Imre:* A fizika története (Kossuth, 1979) c. könyvéből ismerhetjük meg, amely számtalan (ma is élő) félreértést és félremagyarázást oszlat el.



ténetet 2 órás filmbe sűrítenénk, akkor csak az utolsó perc (!) kezdetén tűnnének fel a piramisok.

Lassítanunk kell hát az időgép sebességét, mert másként minden összefolyik a szemünk előtt.

„Óránk" az időszámítás kezdete előtti évezred elejét jelezte, mikor észrevettük az öntözött földeket, a lisztet előállító kézimalmokat, a kenyérsütő kemencéket, a gyümölcs nedveit kisajtoló feszítőpréseket és megláttuk az első festőműhelyeket is.

STOP

Álljunk meg egy percre! Gondoljuk csak végig, milyen eszközöket láttunk az imént: milyen technikai fejlettségről tanúskodnak a látottak?! És ami elkerülte figyelmünket: az íj, az íjas fúró, a súly, a mérleg, a körző stb. Ugye mindezek alapján érthető, hogy a történészek többségének véleménye szerint nem a tudomány alkalmazásaként jött létre a technika, hanem megfordítva: az emberiség által évezredek során felhalmozott technikai tapasztalatok alapján fejlődött ki a tudomány.

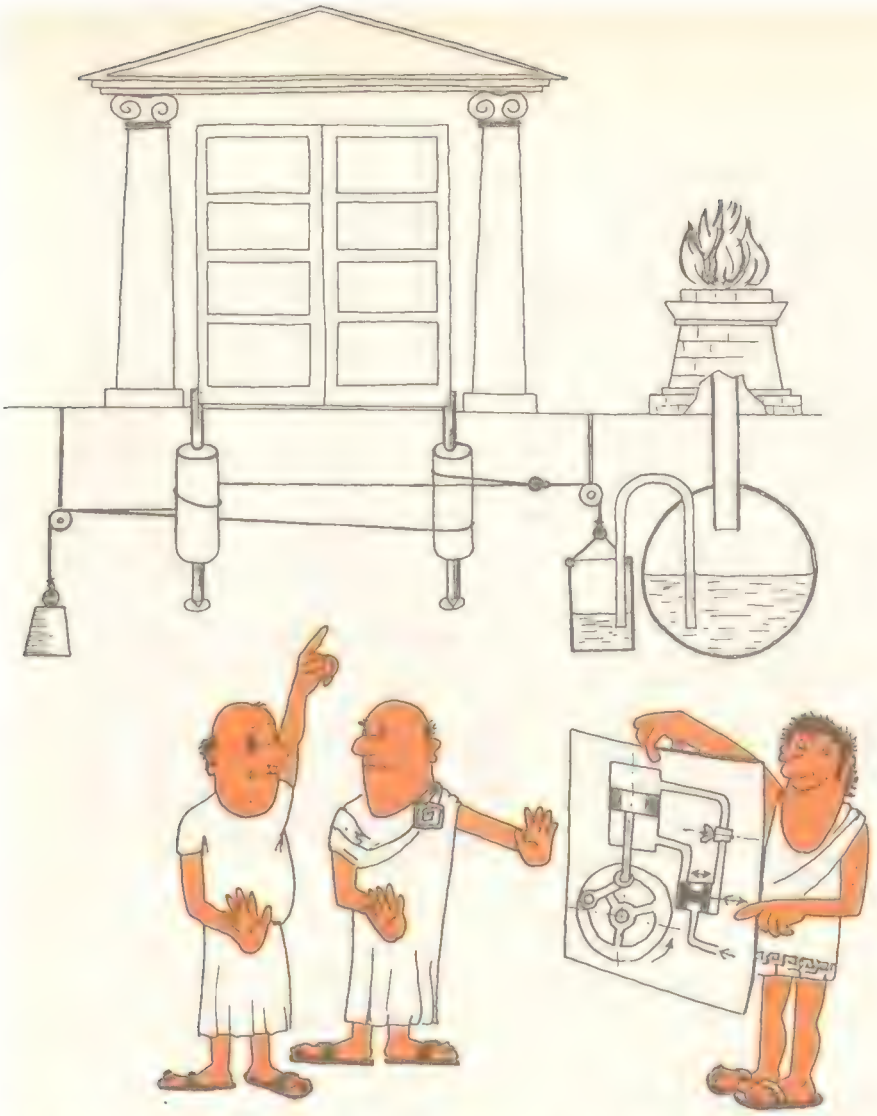
A gyakorlati ismeretek, a technikai tapasztalatok és az egyre csiszoltabbá váló nyelv megteremtik a tudományok fejlődésének alapját. Az idő: a harmadfél évezreddel ezelőtti századok. Irány: a kis-ázsiai görög városok. A sumér, a babiloni, az egyiptomi és más ősi kultúrák nyomán ezen a területen indul meg a természet módszeres vizsgálata és rendszerezett leírása. A görög füzisz (természet) szó alapján a tudományt fizikának nevezték el. A fiatal tudomány gyorsan fejlődik, de eredményei a technikába, melynek neve az ugyancsak görög techné — mesterség, képes-

ség szóból ered, csak elvétve kerülnek be. Egyes helyeken archimédeszi csigákkal emelik fel a vizet. A mai Korinthoszi-csatorna helyén 3,5 m széles úton hajókat vontatnak: ez a híres „diolkosz". A Nagy Sándor alapította Alexandriában már egész tudományos központ van, könyvtárral, múzeummal, akadémiával. De a tudományt — ez időben — az elvont elmélkedéseken kívül elsősorban a vallási ceremóniáknál és a „szórakoztatóiparban" hasznosítják.

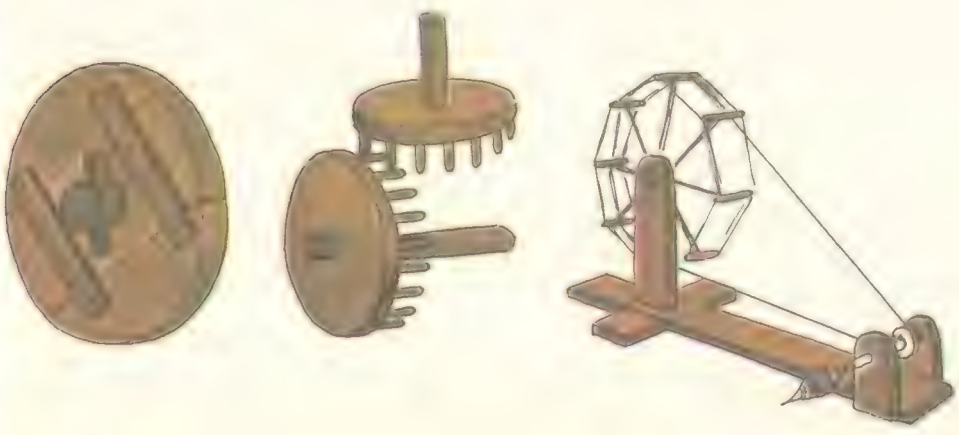
Figyeljünk csak: orgonazenét hallunk. Egy templom előtti bronzoltáron tüzet gyújt a főpap és — csodák csodája! (?) — a templom ajtaja lassan, önmagától kitárul. Csak a beavatottak tudják, hogy ez Heron szerkezetének köszönhető.

Amennyire iskolai tanulmányainkból visszaemlékszünk a görög tudományok fejlettségére, azt várnánk, hogy gépek sokasága segíti mindennapi életüket. Minden ismeretük megvolt ahhoz, hogy a XVIII. század gépeit létrehozzák. Ennek azonban — néhány esettől eltekintve — nyomát sem látjuk, csak a mezőgazdaságban és a haditechnikában. Az alexandriai iskola tudományának és technikájának ilyen irányát csak részben magyarázhatjuk az energia és a nyersanyag (mindenekelőtt a vas és a tüzelőanyag) hiányával. Az ok lényegében annak az időnek társadalmi viszonyaiban keresendő. „Piac hiányában . . . az alexandriai mérnökök találmányaiból nem lettek a kéziszerszámokat kiszorító, a nagyüzemeket létrehozó ipari termelőgépek. . . .Az értelmiség és a gép találkozása . . . nem jöhetett létre egy olyan társadalmi rendben, ahol a technika fejlődését a falura száműzték, a gondolkodás fejlődését pedig a város monopolizálta"*. A tudomány és a technika lényegében

* *Makkai László:* A kőszerszámtól a gépig. Minerva Enciklopédia, 1974. 3. kötet. 38—39. old., ill. *Zvorikin—Oszmova—Csernisev—Suhargyin:* A technika története. Kossuth Könyvkiadó, Budapest, 1964.



a XVI—XVII. századig külön utakon haladt tovább. A technika fejlődését hosszú időn keresztül *csak* a fokozatos növekedés, a meglevő eszközök tökéletesítése jellemzi: A kétezer évvel ezelőtt megjelenő vízimalom közvetlen elődje az ún. járgányos malom, amely a kézimalom és az állatvontatta kocsi „házasságából" született. A kocsikerék adja az ötletet a csigához, a vízemelő kerékhez, sőt a fonószékhez is.



Nem nézzük tovább a technika történetének útját!* Időgépünkből kiszállva a mai fiatalok véleményét hallgatjuk meg. Két magnetofontekercs van előttem. Az első a szentlőrinci általános iskola 7. osztályában készült, a második egy otthoni beszélgetést rögzített.

2. Tizenévesek a technikáról

Kezdjük ott, ahol megkérdeztem, hogy mi a különbség az ember és az állat között. Egymás szavába vágva válaszoltak:

— „Az ember szerszámot használ, szerszámot készít, beszél."

— „Az ember gondolkodik."

— „Az ember jelen, múlt és jövő időben él; a múltra emlékszik, a jövőt elképzeli. Az állat pedig csak a jelenben él."

Újabb kérdéssel kell leállítanom a válaszözönt:

— Minden időszakban ilyen volt az ember? Az ősembert is jellemezte mindez?

— „Nem!"

— Hát akkor ne a *mai* embert hasonlítsátok össze a *mai* állattal! Mi hiányzott ezekből az ismérvekből az ősembernél?

— „Csak a jelen érdekelte, a múltjával nem is foglalkozott úgy, mint a mai ember."

— Ez igaz! De akkor ez az ember még állat volt?!

— „Nem!"

— Miben különbözött *az* az ember az állattól?

* A technika fejlődésének gazdagon illusztrált izgalmas ismertetőjét adja a már többször idézett Minerva Nagy Képes Enciklopédia 3. kötete, a Kossuth Könyvkiadó 1964. évi, „A technika története" kiadványa és a „LIFE" sorozat „A mérnök" c. kiadványa.

Meglepően válaszol az egyik kislány:

— „Hallottunk arról, hogy az ősember a barlang falára különböző mintákat rajzolt, mutatva, hogy az állatokat hogyan kell elfogni. Ilyenre az állatok nem voltak képesek."

— Az ember talán „barlangrajz-készítő" állat?

A gyerekek gyorsan kapcsolnak: „Az az ember, aki barlangrajzot készít, már képes a jövőt elképzelni, tehát: gondolkodik."

— „Az ősembert az különbözteti meg az állattól, hogy szerszámot készít és használ."

— Ezt a választ már hallottam, ez közel jár az igazsághoz. Az ember kiválása az állatvilágból valóban kapcsolatos a szerszámmal. A szerszám használata az embert az állatok túlnyomó többségétől megkülönbözteti. Hallottatok-e azonban olyan állatokról, amelyek használnak szerszámot?

Kórusban zeng a válasz: a majmok!

— Milyen szerszámot használnak?

— „Botot!"

— Készen találják a szerszámot a majmok?

— „Nem mindig; van, amikor megszerzik vagy a fáról letörik."

— Amit a fáról letörnek, az még nem bot, csak ág.

— „Leszedi a felesleges részt az ágról, így lesz szerszám."

— Tehát: szerszámot készít?

— „De utána el is dobja, az ember pedig megtartja."

— Ha eldobja, csinál újat...

Csendes, alig hallható közbeszólás:

— „Az ember még tovább is fejleszti a szerszámait." (!!!)

Pillanatnyi feszült csend. Látszik az arcokon, hogy valami nagyon lényeges dolog történt. A közös felismerés öröme önfeledt nevetésbe csap át, mikor kimondom:

— Ez a legfontosabb: az ember *szerszámfejlesztő állat!*

Mikor a nevetés elül, komolyabbra fordítom a szót:

— Az ember őse — amikor szerszámot készít és használ — még nem különbözik az állattól. Egyszer csak, talán véletlen folytán, valami csodálatos változás állt be történetében: a használat közben észrevette, hogy a szerszámnak van valami tökéletlensége. A szerszámot tökéletesítette! Más szóval: szerszámot fejlesztett. Az első pattintott kőből így alakult ki (rövid évmilliók alatt!) a szakóca, amely már vágásra és szúrásra egyaránt használható. Ez a „körfolyamat" ettől kezdve (lényegében) állandósult. Az újabb szerszám tökéletesítése az előbbinél fejlettebb szerszámot eredményezett. Ennek használata során az ember újabb tökéletlenségeket vett észre és annak kiküszöbölésére újabb szerszámot készített. Az első szerszámfejlesztéstől az űrrakétáig már „csak" folytatni kellett ezt a folyamatot, melynek során azonban nemcsak a szerszám, hanem annak használója is átalakult. Az ember véglegesen és visszavonhatatlanul kivált az állatvilágból. Ugyanis: az állatnak is, az embernek is alkalmazkodnia kell környezetéhez. Az állat — környezetéhez való alkalmazkodása során — testi felépítését változtatja. Nincs olyan ember, akinek olyan nagyszerű ásója lenne, mint a vakondnak. Ezzel a vakond meghódította a „föld alatti világot". Nincs olyan ember, akinek olyan nagyszerű mellső végtagjai lennének, mint a madaraknak — hiszen repülni tudnak. Ezzel a madár meghódította a levegőt.

De: valójában meghódították a levegőt a madarak és a föld alatti világot a vakondok?

— „Ez nem igazi meghódítás" — mondja az egyik kislány — „csak alkalmazkodás."

— Valóban, az állatok nem urai, hanem rabjai életkörülményeiknek. A vízbe hajtott vakond vagy a szárazra dobott hal menthetetlenül elpusztul. A vadkacsa a vízben és a levegőben egyaránt jól érzi magát, de a téli hideg elől délre kell vándorolnia, nehogy az éhség vagy a fagy végezzen vele. Az Északi-sark jegesmedvéje az Egyenlítő környékén bizton elpusztulna. Az állatok az évmilliók során egyre jobban igazodtak sajátos életkörülményeikhez, de csak akkor tudnak fennmaradni, ha ezekben nem következik be lényeges változás. És az ember? Elképzelhető-e, hogy egy néger az Északi-sarkon, vagy egy eszkimó a forró Afrikában ne tudjon megélni?

— „Nehezebben, de azért megél. Jobban fel kell öltöznie a négernek, mert hamarabb kezd fázni. De ha jól felöltözik, nem fagy meg."

— „Láttuk a Deltában az Északi-sarkon úszó jégtáblákon kutató szovjet tudósokat. Azok sem ott születtek!"

— Az ember ugyanis készít magának olyan „szerszámokat", olyan eszközöket, amelyekkel a megváltozott életkörülményekhez tud igazodni. Lényegében egyetlen szabad élőlény van: az ember. Az ember annyira szabad, amennyire képes maga készítette eszközökkel befolyásolni a természeti hatásokat. Lényegében ez az eszközkészítés, -használat és -fejlesztés az egész emberiség történetének alapja. A ruha, a ház, a kályha, a csónak, a repülőgép és még sok-sok ezernyi, ember készítette eszköz segíti az embert abban, hogy ne rabja, hanem valódi ura legyen a földi életnek. Az állatnak évmilliók kellenek az alkalmazkodáshoz; az eszközök segítségével az ember szinte azonnal képes alkalmazkodni környezetének változásaihoz.

A gyerekek közbeszólása ismét új vágányra tereli a beszédet:

— „Valami ebből azért hiányzik. Nemcsak a szerszám tökéletesedik. Az ember maga is tökéletesedik. Megtanulja használni az új szerszámot, s ezzel ő maga is fejlődik."

— És így alakul ki mindaz, amiről már beszéltetek. Az embernek emlékeznie *kell*, hogy mely szerszámok *voltak* tökéletlenek — megtanul emlékezni a múltra. Az embernek tudnia *kell*, hogy milyen feladatokat kell megoldania a jövőben — megtanulja elképzelni a jövőt. Kezdetben csak pl. a mammut legyőzését kellett elképzelnie. De milyen hatalmas feladat volt, hogy ez a kis termetű élőlény legyőzze a sok tonna súlyú állatot?! Miért tudtak győzni?

— „Mert fegyverük volt!"

— Az még nem lett volna elég.

— „Mert sokan voltak!"

— Még az is kevés, bár „sok lúd disznót győz"...

— „Mert megszervezték..."

— Valóban, enélkül nem tudtak volna győzni. Kezdetben persze nem úgy szerveztek, mint ahogy ma egy úttörőcsapatot, kiadva a jelszót, hogy „Előre a mammut ellen". A kezdeti ember még inkább csak vakkantáshoz hasonlító hangokkal jelezte a mammut közeledtét.

— „Kezdetben csak az életüket védték az erősebb vadállattal szemben..."

— „Aztán rájöttek, hogy nemcsak védekezni lehet, hanem támadni is."

— A mammut (és az ehhez hasonló „ellenség", vagy zsákmány) legyőzéséhez tehát az emberek közös fellépésére volt szükség. Ilyen körülmények között tökéletesedett nemcsak maga az ember, hanem az emberek közötti kapcsolat is. Minden közösségnek szüksége van kapcsolatra, szüksége van arra, hogy az, „aki" valamit tud, azt közölni tudja a közösség többi tagjával. A hangya és a méh is közösségben él. Előbbinél a szag, utóbbinál a tánc az üzenet, a „beszéd" nyelve*. (A tánc a mai embernél is — gyakran — üzenetközvetítő.) Majmokkal végzett kísérleteknél felvették magnóra az „őrmajom" rikácsolását, amikor valamilyen veszélyt jelzett. Később, mikor lejátszották a magnófelvételt, a majmok — a hang hallatára — riadtan menekülni kezdtek. Az állatok is tudnak egymásnak üzenetet közvetíteni. Az ember üzenetközvetítő képessége azonban a szerszám használata és fejlesztése során tagolt beszéddé alakult, amellyel már a múlt, a jelen és a jövő bonyolult helyzeteit is képes elmondani, embertársaival közölni, majd — sokkal később — rögzíteni.

Térjünk vissza a szerszámhoz! Tetszés szerinti az, hogy mit és hogyan használjon az ember a szerszámkészítéshez?

— „Csak már létező dolgokat használhat fel!"

— „Ezeket alakítja olyanná, amilyenre éppen szüksége van."

— Tetszőleges módon alakíthat?

— „Nem! Ennek törvényei vannak!"

— És ezeket a törvényeket magunk szabjuk meg? Olyan törvények ezek, mint amilyeneket az országgyűlés határoz el? Életünket csak valamilyen társadalmi szerv által meghatározott jogi törvények szabályozzák?

— „Nem! Vannak természettörvények is, amelyek függetlenek az emberek akaratától."

— A természettörvényeket megváltoztatni nem tudjuk, csak megismerni.

---

* Bővebben lásd: *Petrovics:* Az információról — mindenkinek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1977.

Ha a jogi törvényeket nem vesszük figyelembe, könnyen a „Kék fény"-be kerülünk. De miért kell ismernünk és figyelembe vennünk a természettörvényeket?

— „Mert másként nem tudnánk használni és tökéletesíteni a szerszámainkat."

— Hiába akarnánk „örökmozgó gépet" csinálni, olyat, amely energiafelhasználás nélkül végez munkát, az energiamegmaradás természettörvénye ezt nem teszi lehetővé. Anyagot megszüntetni vagy teremteni nem lehet, az anyagmegmaradás törvénye ezt nem teszi lehetővé.

— „Mégis készítenek műanyagokat."

— Ezek valójában nem *mű*-anyagok, hanem az anyag természetben található elemi építőköveinek „átrendezése" útján készülnek, ismerve és felhasználva a természet szigorú törvényeit. A szerszám használata és fejlesztése során az embernek figyelembe kell vennie, hogy milyen természeti anyagok állnak rendelkezésére, milyen természettörvények szabályozzák az anyag „viselkedését". Az ember a természettörvényeket csak megismerheti, ezek ismeretében a természeti anyagokat módosíthatja, a módosított anyagokat céljai érdekében felhasználhatja. Mit gondoltok: a fa égésének törvénye tőlünk függ?

— „Nem, az természettörvény."

— Miben különbözik akkor az erdőtűz és a cserépkályhában levő fa égése?

— „A kályhában a tüzet az ember gyújtotta, az erdőtüzet pedig valamilyen természeti jelenség váltotta ki" — hangzik a válasz.

— És ha valaki erdőtüzet csihol?

— „Az erdőben a szabad ég alatt több oxigént kap a fa, mint a kályha zárt terében, ezért jobban tud égni."

— És ha több oxigént fújunk a kályhában levő fa alá!?

— „A kályhában levő tüzet az ember saját magának használja és az nem okoz kárt. Az erdőben viszont a tűz nagy kárt okoz."

— Nagyon jó a válasz! Az erdőtűz céltalan, káros; a kályhában a tűz célszerű, hasznos. Különbség van tehát a célokban. De hogyan válhat az égés célszerűvé vagy céltalanná?

— „Úgy, hogy az embernek kell az a meleg, ami a kályhából jön; az erdőtűz azonban nem kell."

— És hogyan lehet biztosítani, hogy az égés az emberi céloknak megfeleljen? Az olajkályha tüze célszerű, a berobbant olajkutat el kell oltani.

— „Mert ott sokkal több olaj ég!"

— Erőművi kazánokban több tonna olajat égetnek el célszerűen. A padlóra kiömlött néhány liternyi olaj is meggyulladva pusztító hatású lehet, tehát égése célszerűtlen. Attól függ a célszerűség, hogy *mennyit* égetünk el?

— „...attól, hogy *hogyan* égetjük..."

— „Például, ha tábortüzet raknánk a lakásban, az nem lenne nagyon hasznos..."

— Jó a példa. A tábortűz célszerű égés, ha nem a szobában rakjuk.

— „Az kell, hogy tudjuk szabályozni..."

— Gyerekek! Lényegében minden fontosat elmondtatok. Hadd foglaljam most én össze, miről is van szó. A természettörvények megváltoztathatatlanok. A *feltételek*, amelyek mellett ezek a természettörvények érvényesülnek, már tőlünk (is) függnek. Amikor szerszámot (vagy mondjuk már úgy: technikai eszközt) készítünk, akkor tulajdonképpen megszabjuk ezeket a feltételeket. A kályhánál például: med-

dig és milyen gyorsan folyhat az olaj, mennyi levegő mehet be az égő olajhoz, merre távozzon az égéstermék, milyen irányú legyen a hőhatás... s így tovább.

Az igazgató közbeszólása emlékeztet arra a képre, amely egyik könyvemben* az elmondottakat szemlélteti: A kő szabad esése — természettörvény. De amikor ezt a jelenséget felhasználva az ember akkor és úgy indítja el a kő esését, hogy azzal agyonverje az éppen arra járó mammutot — már technikát használ: természeti anyagot és törvényt céljai eléréséért.

— A Ken, a farkasfiú című filmben a gorilla többféle eszközt is fel akar használni Ken elpusztítására, de mindig póruljár.

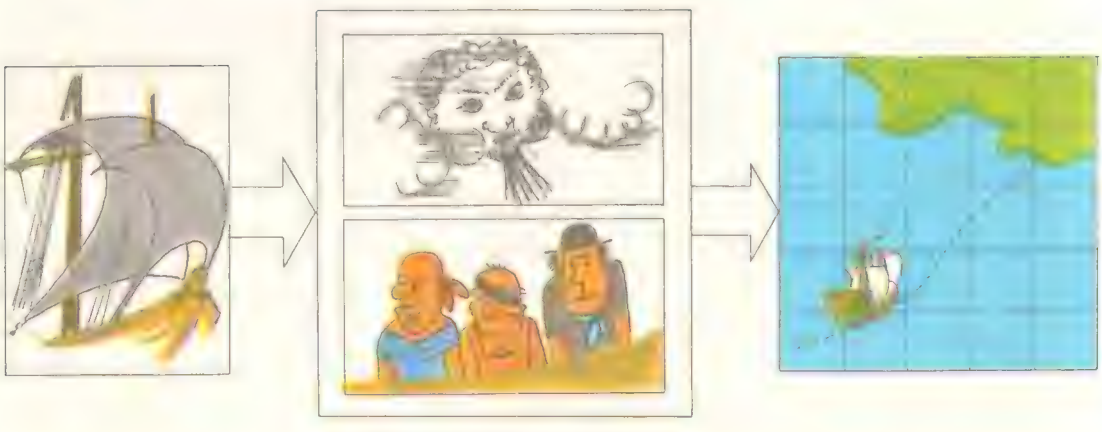
— „Aki másnak vermet ás, maga esik bele!"

— Úgy van, de az ember lehetőleg úgy ássa a vermet, hogy ne maga essék bele.

Az ember tevékenységének a célszerűség a rugója, a természeti anyag a tárgya, a természeti és társadalmi törvény pedig a kerete. A feltételek szerint a természeti tövények más-más eredményt szolgáltatnak. A technika feladata, hogy „az ember tudatos akaratának alávetett", a természettörvények ismeretében „célszerűen működtetett és célszerűen megválasztott... természeti anyagok" és feltételek, ... „gyakorlati hatalmat biztosítsanak a külső természet felett"**. Hozzá tartoznak még a társadalmi viszonyok, amelyek ismerete nélkül nem lehet célszerűen és optimálisan megszervezni és működtetni az emberi közösségeket, de még — az egész társadalom szempontjából megfelelő — célt is nehéz kitűzni. A technikai fejlődés tehát a természettör-

* *Szücs:* Dialógusok a műszaki tudományokról. 2. kiadás. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1976.

** *Ágoston L.:* Az ember és a technika. Kossuth, Budapest, 1965 (155. old.).



vények feltételeinek állandó változtatását jelenti, azért, hogy — valamilyen célból — mindig jobb és jobb eredményeket kapjunk. Mennél pontosabbak az ismereteink a természeti törvényekről, annál ügyesebben és hatékonyabban tudjuk ezeket a feltételeket is kialakítani...

Stop! Itt megállítjuk a magnófelvételt és feltesszük a másik szalagot.

Látszólag egész más helyzet: egy izgalmas jégkorongmérkőzést néztünk végig barátommal (nevezzük Őt: *Győző*-nek). A sport dicséretével indult a beszélgetés...

3. A sport és a technika

Ez az utolsó gól csodálatos volt! Micsoda technikás játékosok! Ahogy a félpályáról átlőtt korong után közvetlenül a támadó harmadba érkező csatár azt röptiben levette és védhetetlenül a hálóba vágta...

Győző

(A mérkőzés nekem is tetszett, de azért „kötözködni" kezdtem:)

Valóban élvezetes akció volt! A lassításnál még az is látszott, ahogy a jég szinte megolvadt a hirtelen megforduló játékos korcsolyája alatt. De mit is mondtál? *Technika* kellett a győzelemhez?

Szerző

Na igen, erőnlét is, hogy kibírják a háromszor 20 perces tiszta játékidőt. De technika nélkül az erőnlét sem sokat érne...

Győző

Mit értesz ez esetben technikán?

Szerző

Még egy sportmérkőzés után is tudományos meghatározásokat akarsz? Hát jó. A Magyar Értelmező Kéziszótár szerint technikás „a sportág technikáját ügyesen alkalmazó". Megnyugodtál?

Győző

Várj csak! Te a „technikás"-ra válaszoltál, én pedig a „technikát" kérdeztem!

Szerző

Azt is megmondom: A technika: „a sportág begyakorolt, célszerű mozgásformáinak összessége".

Győző

Szerző Van itt egy szócska: *célszerű*. Mikor célszerű — szerinted — egy mozgásforma?

Győző Hát... ha *győzni* lehet vele!

Szerző Ez egy kissé sántít! A vesztes csapat mozgásformái talán célszerűtlenek? És ha döntetlen az eredmény? Akkor egyik játékos sem volt technikás?

Győző Így ez nem igaz! Nem győzhet egyszerre több csapat is. És például a vívóvilágbajnokságon nem mondhatjuk a harmadik vagy akár az utolsó helyezettről is, hogy nem technikás a vívása.

Szerző Akkor hát ne keverd össze a célszerű mozgásformát az eredményes mérkőzéssel! A mérkőzések célja valóban a győzelem, és azt mondjuk eredményes sportolónak, aki ezt a célt eléri. De az eredmény sok mindentől függ: az erőnléttől, a pillanatnyi idegállapottól, szinte észrevehetetlen számtalan zavaró körülménytől, na és — természetesen — az ellenfelek technikai felkészültségétől. Amelyik fél ezek összességében jobban megállja a helyét, az győz.

Győző Nem az a célszerű, ami az ellenfél legyőzéséhez vezet?

Szerző De igen, a mérkőzés célja valóban a győzelem. A mozgásforma célszerűségénél azonban más ellenfélről van szó.

Győző Miféle ellenfél lehet a sportban a többi sportolón kívül?

Szerző Tudsz korcsolyázni?

Győző Tudok, de persze nem úgy, mint a hokizók. Gyakran kicsúszik a jég alólam. Miért, Te talán jégtáncos vagy?

Szerző Ugyan, negyedszázada volt utoljára korcsolya a lábamon! Sehogysem tudtam egyfolytában 5 percnél tovább lábon maradni. Mit gondolsz, *ki* döntött fel állandóan?

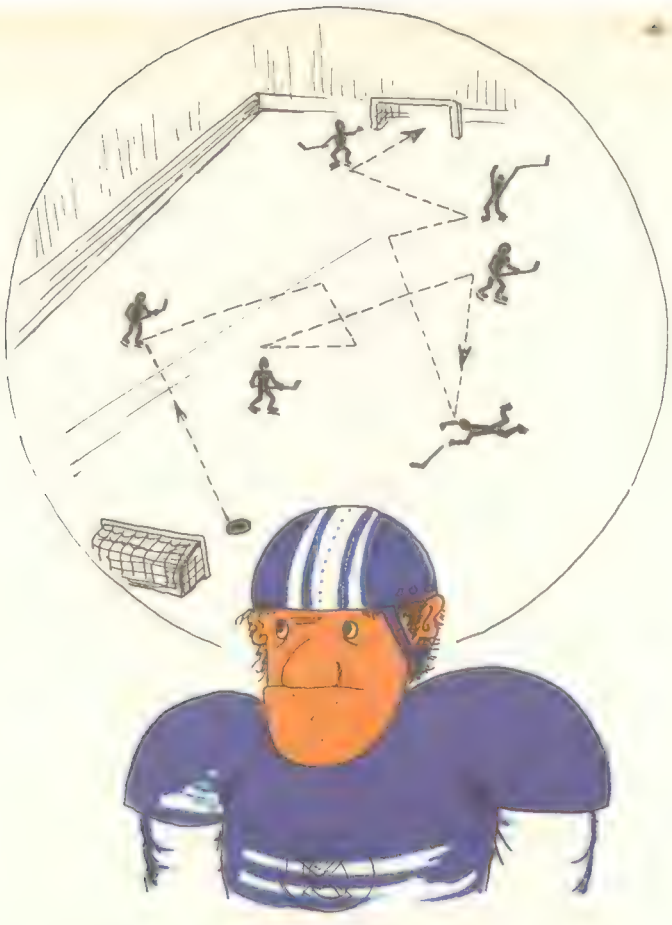
Győző Talán *mi!* Az ügyetlenséged.

Szerző Vagyis: célszerűtlen volt a mozgásformám, hiszen a célom csak annyi volt: a korcsolyám, és ne a hátsó felem érintkezzék a jéggel.

Győző Ez természetes! Aki nem jól mozog, az nem tud uralkodni a csúszós jégen. Ezért ne a jégre vagy a korcsolyádra haragudj. Azok tárgyak és így kapcsolatukat nem érzelmek, hanem természettörvények szabályozzák.

Szerző Helyben vagyunk. *Itt* az ellenfél!

Győző Hol itt az ellenfél? Talán a tárgyak, vagy a természettörvények?



Ne csodálkozz ezen, de az én korcsolyázásomnak — és annak is, aki most tanulja — valóban ezek az ellenfelei. A természettörvényeket megváltoztatni senki sem tudja, de „legyőzheti", helyesebben: tudatos akaratának alávetheti őket. Nem a természettörvények *ellen*, hanem csak azok *felhasználásával* tudjuk céljainkat elérni. Gondolj csak a gépkocsivezetésre. Miért nem szabad jeges úton hirtelen és erősen fékezni? **Szerző**

Az egyik újságban olvastam erről: „...a gépkocsi kerekei megállnak, a kocsi csúszni kezd és ettől kezdve már nem a gépkocsivezető, hanem a fizika törvényei határozzák meg a kocsi mozgását". **Győző**

Innen hiányzik a „csak" szócska. *Csak* a fizika törvényei; a gépkocsivezető akaratától függetlenül... Ugyanis: a gépkocsi működését és mozgását *mindenkor* a fizika törvényei határozzák meg. A gépkocsivezető tevékenysége „mindössze" annyi, hogy e törvények érvényesülési feltételeit gázadással, sebességváltással, kormánymozdulataival és fékezéssel változtatja. Ha a feltételeket úgy alakítja ki, hogy kocsija balesetmentesen, mások veszélyeztetése és akadályoztatása nélkül célba ér, mondhatjuk, hogy „technikás a vezető". **Szerző**

Ez azért más, mint a sport. Itt a balesetmentesség nemcsak az én technikámtól függ, hanem a többi kocsi vezetőjétől is. **Győző**

Így igaz, bár a jégkorongban sem elegendő az, ha valaki a *saját* korcsolyájának ura. Olyan kombinatív készséggel kell rendelkeznie, amellyel időben felismerheti ellenfele szándékát. Ilyen körültekintő, a különböző lehetőségeket figyelembe vevő **Szerző**

és azok közül a célnak legmegfelelőbbet kiválasztó képességre minden technikában szükség van. S mennél bonyolultabb a „mozgásforma", annál nagyobb jelentősége van az ilyen képességnek.

Győző Most már végleg nem tudom, hogy mit értesz technikán?

Szerző Akkor néhány idézettel foglak untatni, hátha azok meggyőzőbbek, mint az én érveim: „A technika nem egyéb, mint tudományos vagy más rendszerezett ismeretek módszeres alkalmazása gyakorlati feladatokra"*.

Győző No, akkor az alkímia is technika volt. Hiszen rendszerezett — ha nem is tudományos — ismereteket alkalmaztak az aranycsinálás gyakorlati feladataira, méghozzá módszeresen.

Szerző Akkor vegyük elő újra az értelmező szótárt. Több meghatározást is találunk: „A műszaki és természettudományoknak az anyagi javak termelésében való alkalmazása."

Győző Ez már jobb, de valahogy szegényesnek érzem. Hiányzik belőle az, amiről az előbb beszéltünk: a többi partnert is figyelembe vevő, helyzetfelismerő és döntéshozó képesség.

Szerző Talán a másik meghatározás jobban tetszik: „Magasabbrendű tevékenységhez szükséges mesterségbeli tudás, elsajátítható és fejleszthető készség."

Győző Ez meg túl általános. Ebben benne van a tehetség is, meg a képzettség is. Elismerem, hogy a zongoraművész technikájára ez „ül", de amiről mi beszélünk, az valami más.

Szerző Elégedjünk meg — egyelőre — annyival: a technika fogalmába mindenesetre beletartozik a *célszerű* működés.

Itt megzavarta beszélgetésünket a tv bemondója, aki bejelentette, hogy a műsort megszakítva, egyenes adásban közvetítik az Intervízió rendkívüli programját.

A bajkonuri Kozmodrom látszott madártávlatból. A kamera közelíteni kezdett, a képernyőt teljesen kitöltötte az indítóállvány, az ezüstös testű többlépcsős rakétával. Tíz... kilenc... nyolc... hét... hat... öt... négy... három... kettő... egy... START! A fémkarok szétnyíltak és a rakéta alól lángcsóva tört elő. A színes tv képernyője ezernyi fényben villódzott. Néhány másodpercig csak összefüggéstelen színfoltokat lehetett látni, majd feltűnt a rakétatest is, amint egyre gyorsuló mozgással a felhők fölé emelkedett. A kamera egy ideig még követni tudta, de mikor már csak egy fénylő pont látszott a kép átváltott a földi irányítóközpontra. Az egyik asztal mögött ülő arcot rögtön felismertük, a kozmoszt többszörösen megjárt űrhajós köszöntötte a nézőket, majd hívta az űrhajót. Újabb képváltás: helyszíni közvetítés az űrhajóból. A parancsnok sorba bemutatta a fedélzeti műszereket, s a már megszokott „trükköt" a súlytalanság állapotában a levegőben úszó ceruzával és jegyzetfüzettel. Egy kép az űrkabin ablakán keresztül a távoli Földről. A tv jóvoltából már többször lehettünk szemtanúi emberkormányozta űrhajó kilövésének és mégis ámulva figyeljük a képsorokat. A valóság „mese világából" csak a bemondó hangja zökkent vissza, mikor közli, hogy a rendkívüli adást befejezték, folytatják a napi programot. Beszélgetésünk innen folytatódik tovább:

---

* *Galbraith, J. K.:* Az új ipari állam. Közgazdasági és Jogi Kiadó, Budapest, 1970.

Micsoda technika! Szinte hihetetlen, hogy alig negyedszázada (1957. október 4-én) bocsátották fel az első mesterséges égitestet...

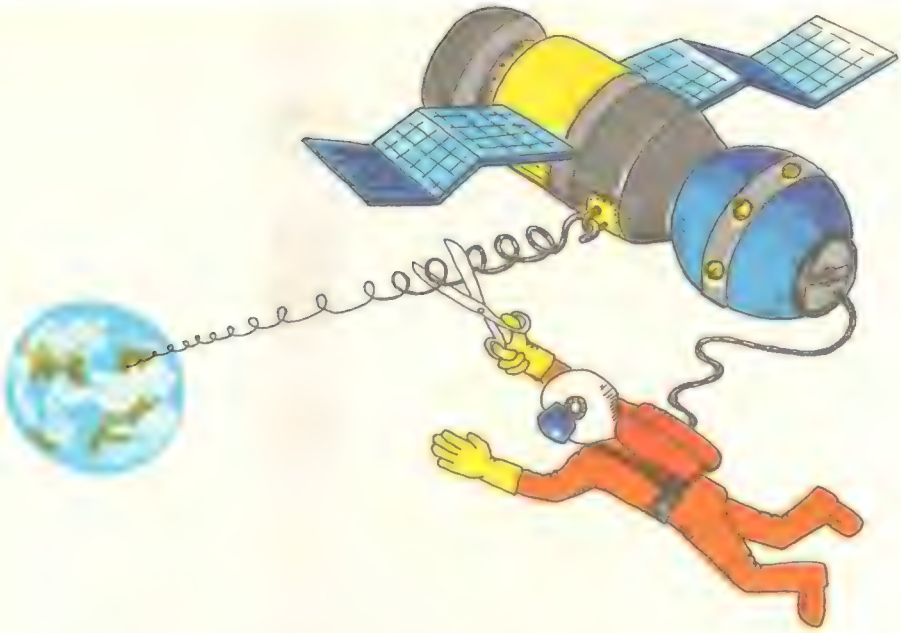
Győző

...és 1961. április 12-én járt először ember a Kozmoszban. Igaz, azóta már 100 körül jár az űrhajósok száma és 10 000 óránál is több az űrhajók összes repülési ideje. Eljutottak a Holdra és automaták kutatják a Naprendszert, a Mars és a Vénusz felszínét. Valóban csodálatos technika, de... az előbb a sportolók technikájáról beszéltünk. Jogos, hogy ugyanazt a szót használjuk mindkét esetben?

Szerző

Itt azért másról van szó, nem „célszerű mozgásformákról". A különleges műszerek, a hajtóművek és a speciális tüzelőanyag, amely felgyorsítja a rakétát, míg olyan sebességre tesz szert, hogy leküzdve a gravitációt, Földünk holdjává, vagy a Naprendszer mesterséges bolygójává tud válni — ez itt a technika!

Győző



Szerző Leküzdeni a gravitációt? Úgy értsem, hogy kikapcsolja a nehézségi erőteret, megszünteti a Föld vonzó hatását?

Győző Nagyon jól tudod, hogy ezt nem lehet megtenni. A gravitáció leküzdésén nem a Föld vonzásának megszüntetését értem, hanem azt, hogy az űrhajó olyan pályára kerül, amelyen mesterséges holdként tud keringeni a Föld körül. Az űrhajózási technika modern eszközei nélkül szó se lehetne erről az új folyamatról.

Szerző Miféle *új* folyamatról beszélsz?

Győző Az űrhajók vagy mesterséges égitestek Föld körüli keringését értem ezen.

Szerző Ez egy új folyamat?

Győző Talán nem? Tudsz talán rá példát a múltból? Csak nem a Verne regényekkel akarsz érvelni?

Szerző Nem sokra mennék velük. Az Utazás a Holdba ágyúlövedéke, a Nautilus tengeralattjáró, a Hódító Robour repülőgépe már elavult eszközök a XX. század utolsó évtizedeiben. De Te valami új *folyamat*-ként említetted a Föld körüli keringést. A (természetes vagy mesterséges) égitestek mozgástörvényeit az ember találta fel?

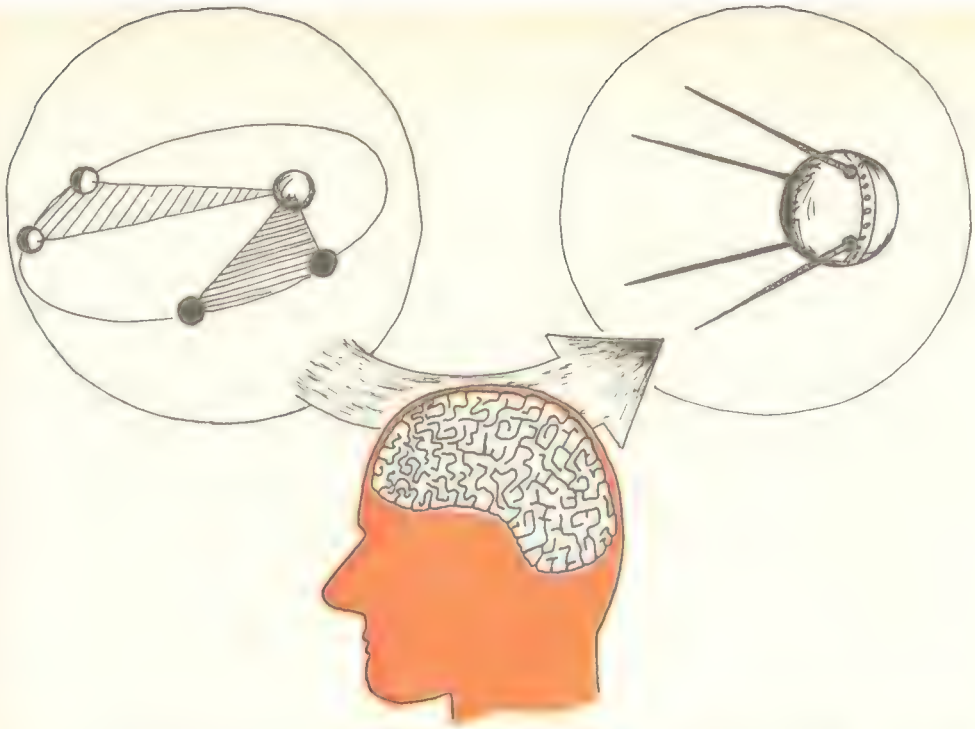
Győző Nem feltalálta, csak megismerte.

Szerző Vagyis: felfedezte. Tehát akkor is létezett, amikor még ember sem volt a Földön.

Győző Igaz, de ez nem kisebbíti a felfedezők érdemeit. Ha nem fedezték volna fel az égitestek mozgástörvényeit, nem lehetett volna űrhajózás sem.

Szerző Tökéletesen igazad van! De nemcsak az égitestek mozgástörvényeit kellett ehhez felfedezni.

Győző Mindenesetre ez volt a legfontosabb.



Fel is kell juttatni a pályára az űrhajót. Ehhez pedig energiára van szükség. Az égés (illetve általában: az energiafelszabadulás) törvényeinek ismerete nélkül nem lehetne rakétát tervezni. **Szerző**

Ezzel tisztában vagyok. Hová akarsz kilyukadni? **Győző**

Azt akarom bizonyítani, hogy a természettörvények *ellenében* semmilyen szerkezet sem működhet. **Szerző**

Győző Csak szolgaian követni kell a természettörvények parancsolta utat és máris kész a technika? Az emberi leleményességnek szerinted nincs szerepe?

Szerző „Csak" annyi, hogy olyan feltételeket biztosítson, amelyek között a természettörvények az emberi célok irányába „hajtják" a folyamatot.

Győző A folyamat irányítása az űrhajósoktól függ, ők szabályozzák a sebességet, az irányt; ezek szerint csak rajtuk múlik az „emberi célok elérése".

Szerző Meg még néhány tízezer vagy százezer embertől. Azoktól, akik — Ciolkovszkij-tól Koroljev-ig — tudományosan kidolgozták az űrutazás elméletét. Azoktól, akik a különleges feltételek között is helytálló anyagokat, műszereket, felszerelési tárgyakat előállították. Azoktól, akiknek a speciális tüzelőanyagot és égetőtereket köszönhetjük. Azoktól, akik biztosítják az állandó rádió- és tv-kapcsolatot az űrhajósokkal. Azoktól, akik megalkották és továbbfejlesztették a számítógépeket, amelyek nélkül a pálya és a pályamódosítás adatait csak évek alatt lehetne kiszámítani. Azoktól, akik...

Győző Hagyd már abba, csak nem fogod az összes szakmát felsorolni!

Szerző Nem is tudnám. Csak még egyet: ezt a hatalmas műszaki-tudományos hadsereget egy cél érdekében összefogni és irányítani, rendkívül pontos és átgondolt szervező tevékenységre van szükség.

Győző Az imént még úgy tűnt, hogy a „Te technikád" csak a természettudósoknak köszönhető; hogy — szerinted — minden, ami a technikában van, az alkalmazott természettudomány. Most meg már azt kezdem hinni, hogy véleményed szerint a technika csak az eszközöket gyártó és a gyártókat megszervező emberek műve.

Szerző Pontosabban: a modern technika a természettudományok és a társadalomtudományok eredményeit egyesíti.

Győző Netán a technika a tudományok tudománya? Vagy talán a tudományok összessége?

Szerző Nem erről van szó! A technika mindig meghatározott, gyakorlati feladatok megoldását szolgálja és így a természet- és társadalomtudományok azon eredményeit egyesíti, amelyek az *adott* feladat megoldását elősegítik.

Győző Eszerint vannak a szegény, szűk látókörű szaktudósok, akik egy-egy tudományággal foglalkoznak és vannak a mindent egyesítő, mindent tudó mérnökök, polihisztorok, akik mindenhez értenek?

Szerző

Nem a mérnökökről beszélünk, hanem a technikáról. Ahhoz, hogy a feladatainkat minél gyorsabban, eredményesebben és gazdaságosabban megoldhassuk, szükség van a feladattal kapcsolatos minél több ismeret figyelembevételére. Mennél pontosabbak (tehát tudományosak) ezek az ismeretek, annál kevesebb hibát követhetünk el a feladat megoldása során. Ehhez nyújt segítséget a „mélységében" kutató szaktudós, aki az egyes szakterületek részletekbe menő és teljes megismerésén fáradozik, valamint a „szintetizáló" műszaki-szervező szakember, aki a feladatot a különböző szaktudósok nyelvén megfogalmazni, a feladatmegoldó tevékenységet megszervezni képes.

Lassan kezdem érteni, hogy mit nevezel technikának! De miért hangsúlyoztad az előbb, hogy a *modern* technika az, amely a természettudományokra és a társadalomtudományra épül? Hiszen közismert az a mondás, hogy „A MA TUDOMÁNYA — A HOLNAP TECHNIKÁJA"! **Győző**

Nem olyan régi, alig száz éves a technikát *megelőző* tudomány. A XIX. századig csak elvétve akadt olyan technikai alkotás, amelyet közvetlenül a tudomány eredményének lehetett tekinteni. A technikai fejlődés általában a korábbi (Bacon szóhasználatával:) „kézműves tapasztalatokra" épült. **Szerző**

Akkor meg miért kell a tudományos megalapozottságot annyira hangsúlyozni? **Győző**

Napjaink technikai feladatait már nem lehet tudományok nélkül, „kézműves" módra megoldani. Minnél bonyolultabbak azok az eszközök, amelyekkel a társadalom igényeit ki lehet elégíteni, annál inkább szükség van a tudomány és a technika szoros kapcsolatára. Korunk technikája enélkül a kapcsolat nélkül már elképzelhetetlen. **Szerző**

Mindebből az következik, hogy amiről Te beszélsz, az *lényegében* mást jelent, mint az a technika, amit a sporttal kapcsolatban használtunk. **Győző**

Lényegében... *ugyanazt* jelenti. Ott is arról beszéltünk, hogy az igazi „ellenfél": a természettörvény. A sportoló, a gépkocsivezető akkor igazán „technikás", ha ügyesen használja fel a természettörvényeket céljai elérésére, és ugyanakkor megfelelő szervező-döntéshozó-kombinálóképességgel rendelkezik. Az űrhajózás, de minden más technikai rendszer esetében is lényegében ugyanerről van szó! Csak:
— bonyolultabbak a mozgásformák és így azok természettörvényei is;
— sokkal több „játékos" vesz részt a „mérkőzésen" és így még nagyobb jelentősége van a szervezésnek;
— rendkívüli károkat okozhat egy rossz helyzetfelismerés és így az előzetes elemzésen alapuló döntéstől függ nemcsak a győzelem vagy vereség, de esetleg az élet vagy halál. **Szerző**

Te aztán jól elkanyarodtál a hokimeccstől! Kár volt, mert ha visszaemlékszel az utolsó gólra, azt a kapus kivédhette volna, ha... **Győző**

Még sokáig elemezte a mérkőzést; nem tudott elszakadni kedvenc sportjától. Igaz, a „technikás" szót már óvatosabban és pontosabban használta, mint annakelőtte, de magyarázott, magyarázott... talán még most is beszél, bár a magnót már rég kikapcsoltam.

Az OLVASÓ, aki eddig csendes megfigyelőként ült íróasztalom mellett, most igen aktívvá vált. „Átvette a kezdeményezést": Őt elsősorban *napjaink* technikája érdekli.

4. Milyen „korban” élünk?

Olvasó Mondhatom, jó ötlet volt ez az időgép!? Sikerült úgy átfutnod a technika történetén, hogy még most is szédül a fejem. Ugyanakkor egy szó sem volt a modern technika kialakulásáról. Hogyan lehet a technika történetét tárgyalni a gőzgép, a villamos motor, az atomerőművek és a többi korszakalkotó találmány megemlítése nélkül?

Szerző Állj! Nem ez volt a cél. Nem akartam egy újabb könyvvel gyarapítani a téma — magyar nyelven is gazdag — irodalmát. Csak azért ültünk az időgépbe, hogy vázlatos képet kapjunk a technika születéséről. Nem a technika *történetét*, hanem a technikai *szemléletet* szeretném könyvemben bemutatni.

Olvasó Akkor meg mi közünk ezekhez a félig elmondott, ősrégi történetekhez? Csak nem akarod az atomkor technikáját az ókor technikájához hasonlítani?

Szerző Miért ne tenném?

Olvasó Mert a régi korok tudósai és jósai még csak nem is álmodhattak arról a technikai gazdagságról, amely korunkban megvalósult.

Szerző Ez csak részben igaz. Szinte hihetetlen, de 700 évvel ezelőtt (!) Roger Bacon* a következőket írta: „Illendő a természethez, hogy hatalmas és csodálatos legyen, de a művészet, amelynek kezében eszköz a természet, sokkal hatalmasabb a természeti erőknél... Lehet készíteni úszó járművet, amely evezősök nélkül halad; folyami és tengeri hajókat, amelyek egyetlen ember kormányzásával gyorsabban úsznak, mintha evezősökkel lennének megtömve. Ugyancsak lehet készíteni ló nélküli hintókat, amelyek rendkívüli sebességgel mozognak..., repülő szerkezeteket: az ember, a szerkezet közepén ülve, egy gépezet segítségével mozgatja szárnyait, ...lehet készíteni olyan szerkezeteket, amellyel veszélytelenül járhatunk a tenger és a folyó mélyén... Átlátszó testek megmunkálhatók úgy, hogy a távoli közelinek tűnjék és megfordítva, hogy meg tudjuk különböztetni a legparányibb tárgyakat, s módunk lesz úgy szemlélni a csillagokat, ahogyan óhajtjuk.”

Olvasó Ez a „jövőbelátás” valóban csodálatos, de azért a számítógépek, a rakéták és az atomerőművek technikája mellett még a múltszázadi Verne vagy Jókai álmai is eltörpülnek.

Szerző Ennek ellenére a technika *funkciója* lényegében nem változott. Csak éppen ma sokkal inkább igaz, mint Bacon idején, hogy a „művészet hatalmasabb a természeti erőknél”.

Olvasó A művészeten itt nyilván a technikát érted. Így tehát ma már legyőztük a természeti erőket és azt csinálhatunk, amit akarunk!?

---

* *Kudrjavcev:* A fizika története. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1951. 86. old. nyomán.

Nem! De azt *akarjuk*, amit csinálhatunk! Sokkal alaposabban ismerjük a természeti törvényeket, mint őseink. A tudományok által segített technika már nemcsak — sokszor tévútra vezető — hosszas próbálgatásokkal, a meglevő eszközök fokozatos fejlesztésével fejlődik, hanem arra is képes, hogy *egészen új dolgokat* hozzon létre. **Szerző**

Mit értesz egészen új dolgokon? Anyagot teremtünk a semmiből? **Olvasó**

Nem erről van szó! Jól tudod, hogy az anyagot teremteni vagy megsemmisíteni nem lehet. Éppen az anyagmegmaradás törvényének felismerése az egyik olyan tudományos vívmány, amely gátat vetett sok-sok hiábavaló próbálgatásnak. A technika csak azokat az anyagokat használhatja fel, amelyeket Föld Anyánktól kapunk*. **Szerző**

Akkor mi benne az új? **Olvasó**

Talán olyan formában használjuk fel ezeket az anyagokat, amilyenben találjuk? **Szerző**

Ezen már túl vagyunk. Az ősember sem csak a készen talált követ használta, hanem átalakította a neki jobban megfelelő alakra. **Olvasó**

Aztán jött a „kovakőválság": Az emberiség történetében először fordult elő, hogy valamely nyersanyaga kimerült. Ettől kezdve már nem volt elegendő a természeti anyagok *formájának* változtatása. A réz, majd a vas csak úgy válhatott szerszámnyersanyaggá, hogy előbb kiolvasztották a kőzetekből. **Szerző**

És ezt nevezed „egészen új dolgoknak"? „Alig" négyezer éves! Láttam egy 3500 éves képet, amely egy Théba melletti sírból került elő és fémolvasztást ábrázol. **Olvasó**

Az emberi igényeket hosszú időn keresztül a természetben található anyagok tulajdonságainak alá kellett rendelni. A nyersvas kitűnő szerszámanyagnak bizonyult, sokkal jobb volt, mint a kő, de használatával együtt az igények is nőttek. Nemcsak több, de jobb vasra is szükség volt. Az öntöttvas túlságosan rideg, könnyen törik, hidegen nehezen munkálható meg. Már 3000 évvel ezelőtt is tudtak acélt kovácsolni, de csak a vasolvasztás-tökéletesítésével fejlődik ki az acélgyártás és válik lehetővé olyan anyagi tulajdonságok kialakítása, amelyek a természetben található **Szerző**

* Talán nincs messze már az az idő, amikor a Hold, sőt a Naprendszer bolygói is felhasználhatók lesznek a földi nyersanyagszükségletek fedezésére.

anyagokétól eltérnek: különböző adalékanyagokat kevernek az olvadt fémhez, acélötvözeteket hoznak létre. Ma már számtalan acélötvözetet ismerünk: a hajlékony rugóacéltól a gyémánt keménységével vetekedő szerszámacélig.

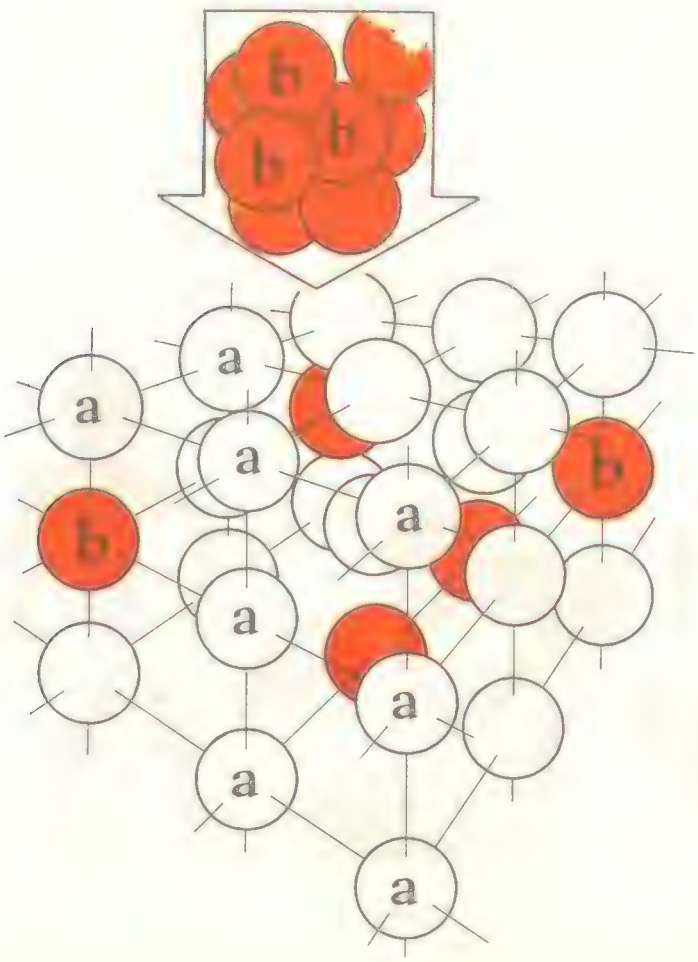
Olvasó Eszerint a vaskorszakot az acélkorszak váltotta fel?

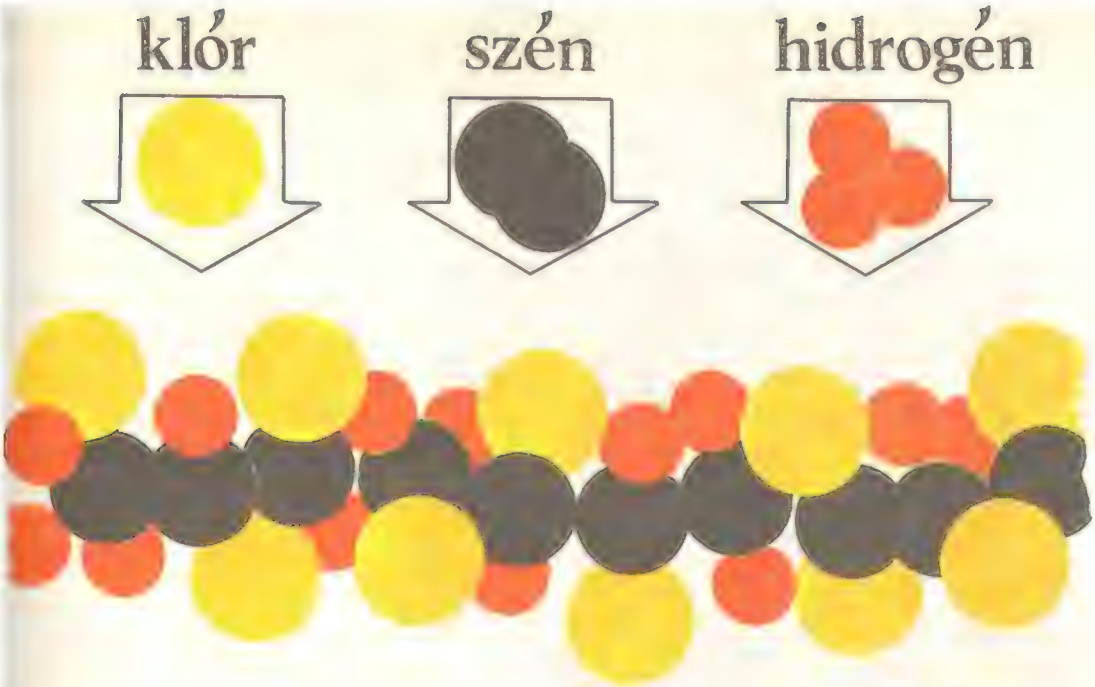
Szerző Inkább azt mondhatjuk, hogy közeledünk a vaskorszak végéhez. Nem az acél elterjedése miatt, hiszen az is elsősorban vas. Mégcsak nem is az alumíniumtermelés és -felhasználás rohamos növekedése miatt, bár sok területről a „magyar ezüst" már kiszorította a vasat. A vaskorszak végét részben a műanyagipar fejlődése jelzi.

Olvasó A műanyagok jelentenék az egész új dolgokat? De hiszen a műanyagok is Föld Anyánk anyagaiból tevődnek össze.

Szerző Ez igaz, a műanyagok sem jelentenek *új* elemeket, „csak" a meglevő elemek átcsoportosítását, új, eddig ismeretlen molekulák kialakítását.

Olvasó Akkor mi a különbség az acélötvözet és a műanyag között? Mindkettőnél a természetben fellelhető anyagokat keverjük össze és hozunk létre nekünk tetsző tulajdonságú nyersanyagot!





Szerző Csak éppen a „keverés" módja minőségileg más. Az ötvözetekben a **b** ötvöző-anyag beépül az **a** alapanyag kristályrácsába. A műanyagoknál viszont az elemekből új molekulákat állítunk elő. 1932-ben találták fel a nylont és azóta megszámlálhatatlan sok féle műanyagot hoztak létre. (A közismert PVC-t pl. klór, szén és hidrogén alkotja.) Egyre szélesebb körben használják a szintetikus anyagokat, amelyeknek tulajdonságait szinte tetszésünk szerint alakíthatjuk ki és ezért felhasználási lehetőségük határa felmérhetetlen.

Olvasó Nocsak! A végén még az alkimisták álma is valóra válik és megszületik a „mű arany".

Szerző Éppenséggel ezt is megtehetnénk, de ez nem a műanyagipar „szakterülete": nem a molekulák, hanem az atomok szerkezetét kell megváltoztatni. Például az ólomból 3 proton eltávolításával arany lesz. Csak... az ily módon előállított arany sokszorosan drágább lenne, mint a természetes arany. Az alkimisták vegykonyhája sohasem lett volna képes az atomi szerkezet megváltoztatására, ezért lázálmokat kergettek. De azért kísérletezgetéseiknek hasznuk is volt: sok, korábban ismeretlen dolgot hoztak létre. Nekik köszönhetjük pl. a puskaport, a kénsavat, sósavat és még sok mást. Az alkimistakornak azonban már régen vége. A ma technikája a modern kémia és fizika tudományos ismereteire épülve, tervszerűen állítja elő az újabb nyersanyagfajtákat.

Olvasó Következtetés: A ma technikáját a műanyag jellemzi!

Szerző Egyoldalú következtetés! Igaz ugyan, hogy a technika az anyaggal dolgozik: feladata a nyersanyag átalakítása az emberi céloknak megfelelő késztermékké. Ily módon a nyersanyag fajtája fontos jellemzője a technikának. Ezért is beszélhetünk kőkor-

szakról, bronzkorszakról, vaskorszakról. E korszakok nevét azonban nem a feldolgozandó nyersanyag adta, hanem a *feldolgozó* szerszám anyaga.

Olvasó Akkor is jó a következtetésem: a sokoldalú műanyagokból ma már egyre több szerszám, gépalkatrész is készül.

Szerző Ne siessük el a dolgot! Az első szerszámtól az első gépekig hosszú utat tett meg az emberiség. A *szerszám* kezdetben csak a kéz „meghosszabbítása", csak a kézzel együtt tud működni. A *gép* egyes emberi mozdulatokat is utánoz, helyettesít. Korunk technikája azonban már — egyre több területen — nemcsak egyes emberi mozdulatokat, hanem összefüggő emberi *tevékenységet* is képes helyettesíteni.

Olvasó Sok filmben láttam már teljesen automatikusan működő gépsorokat. Ezekre gondolsz? Kicsit félelmetes, ahogy az anyag végighalad egy-egy ilyen gépsoron, bonyolult szerkezetek továbbítják, alakítják, míg végül a nyersanyagból késztermék lesz. Amikor ezeket látom, inkább azt mondanám, hogy a vaskorszakot az automaták kora váltja fel. Valóban igazad van, ez a technika egészen más, mint ami a múltban volt.

Szerző Ismét elsietted a következtetést! Mindenfajta technológiai folyamat a munka tárgyát alakítja át a munka termékévé, a természetes anyagot felhasználható tárggyá. Kezdetben ennek a folyamatnak egyetlen erőforrása az emberi izomerő volt. Később a tűz, az állati erő, majd a vízerő segítette a munkafolyamatot.

Olvasó Most pedig már mindezekre nincs szükség, a gépek maguktól működnek, az embernek, csak irányítani kell?!

Szerző Önmagától egyetlen gép sem működhet. Minden munkafolyamat csak energiafelhasználással valósulhat meg. Az energiamegmaradás törvényének felismerése is

olyan tudományos vívmány, amely gátat vetett sok-sok hiábavaló próbálgatásnak. Jogosan mondta Leonardo da Vinci: „Ó, örökmozgó feltalálói, hány semmitérő tervet alkottatok! Menjetek az aranycsinálók közé!"

Olvasó Érdekes, Leonardo a XV. században élt, az energiamegmaradás törvényét pedig csak a múlt században fedezték fel.

Szerző Ez is mutatja Leonardo zsenialitását: a tudományos megérzés (intuíció) gyakran segít még be nem bizonyított törvények felismerésében.
De térjünk vissza a gépekhez! Az ipari forradalmat a gőzgép feltalálása indította el. Ez tette lehetővé a korábbinál sokkal nagyobb energiák hasznosítását. És... egyik találmány szüli a másikat; a fejlődés rohamléptekkel halad tovább. A gőzgépet a villamos motorok és a belső égésű motorok váltják fel. Ezek nélkül a modern ipar és közlekedés elképzelhetetlen lenne.

Olvasó Elérkeztünk hát a motorkorszakba...

Szerző Mindenáron „névadóünnepséget" akarsz tartani? Ehelyett gondoljuk át még egyszer a gépek működésének energiaforrását.

Olvasó Már mondtad, hogy kezdetben túlnyomórészt az emberi és az állati izomerő „táplálta" a munkafolyamatokat. A tűz, a víz és a szél csak másodlagos szerepet játszott. Később a bányászott tüzelőanyagok váltak uralkodó energiaforrássá, ma pedig...

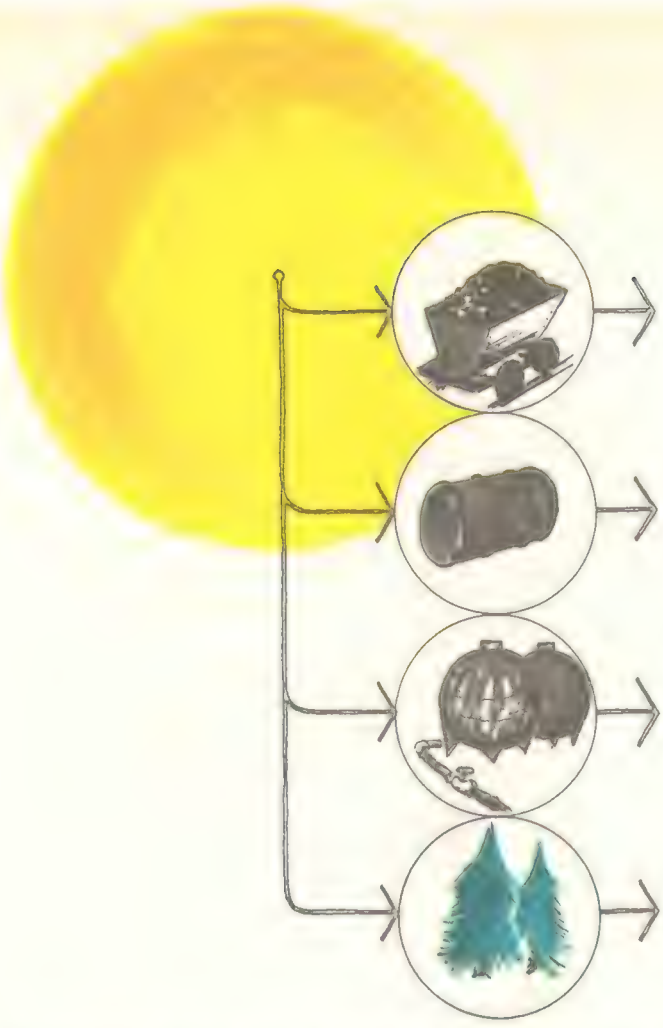
Szerző Várj egy kicsit! Mit gondolsz, mióta „uralkodnak" ezek a tüzelőanyagok: a szén, az olaj, a földgáz?

Olvasó Gondolom, hosszú évezredek óta. Valahol olvastam, hogy Kínában már 2000 évvel ezelőtt is termeltek olajat és gázt.

Szerző Sőt még régebben Babilonban égettek bitument, mikor a rablógazdálkodás miatt elfogyott a fájuk. Ezt a bitument a felszínen találták. Az európai szénbányászat kezdeteiről azonban kevés ismeretünk van. Valószínűleg Julius Caesar légionáriusai használtak először kőszenet a brit szigeteken. Ez azonban a feledésbe merült és csak a középkorban fedezik fel újra Angliában a kőszenet. Az első írásos nyom III. Henrik levele, amelyben engedélyezi Newcastle lakosainak a szénbányászatot. Az olajtermelés ennél is fiatalabb: csak a múlt század közepén indult meg, rohamos fejlődése pedig már a XX. század éveire esik. Mindezekre az energiaforrásokra szükség volt: a társadalom fejlődése igényelte a gépesítést, a gépek az újabb energiaforrások nélkül nem tudtak volna üzemelni. De az újabb energiaforrások feltárása visszahatott a gépfejlesztésre is.

Olvasó Arra gondolsz, hogy a gépkocsimotorok benzinnel működnek, a benzint pedig olajból állítják elő, ill. vannak dízelmotorok is, amelyek olajjal működnek.

Szerző Erre is, meg az olajfeldolgozó vegyipar fejlődésére, az erőművek építésére s í. t. De a lényeg az, hogy valamennyi eddig felsorolt energiaforrás alapja a Nap energiája:



az emberi és az állati izomerő fenntartásához szükséges tápanyagok, a fa, a szén és az olaj — mind a napsugárzás energiáját tárolja. Az égetés során ez a tárolt energia szabadul fel és válik a technológiai folyamatban hasznosított energiává. A vízenergia is a Napnak köszönheti létét: a víz „örökös" körforgása hajtja az ősrégi vízimalmokat éppúgy, mint a modern vízerőműveket.

Olvasó A villamos motorokkal azonban már más a helyzet! Az elektromos áramot nemcsak „tárolt Napenergiából" állíthatjuk elő.

Szerző Az elektromos áramszolgáltatás — legnagyobbrészt — ma is a víz- és hőerőműveken alapszik. A hőerőművekben pedig az ún. fosszilis tüzelőanyagok (szén, gáz, olaj) által tárolt napenergiát hasznosítják: a tüzelőanyagban kémiailag kötött energia az égés során felszabadul, ennek hatására a kazáncsövekben keringő víz nagynyomású és -hőmérsékletű gőzzé alakul. A gőzturbinákban ez a gőz energiáját leadja, munkát végez: forgatja a turbinát és a vele egy tengelyen levő generátort. Az átadott energia a generátorból villamos áramként áramlik a fogyasztókhoz. Mindez végső fokon tárolt napenergia!

Csak az utóbbi évtizedekben kifejlesztett atomerőművekben valósult meg olyan energia technikai hasznosítása, amely nem Nap eredetű: a nehéz atommagok könnyebb atommagokra esnek szét. Az ennek során felszabaduló energia az ún. tömegdeffektusból származik: a folyamat végén levő atomok össztömege kisebb, mint a folyamat kezdetén meglevő atomok össztömege.

Olvasó Eltűnt a tömeg?! Nem érvényes már az anyagmegmaradás törvénye?

Az anyagmegmaradás törvénye továbbra is érvényes alaptörvénye a fizikának. A XX. század tudománya — elsősorban Albert Einstein relativitáselmélete — azonban felismerte, hogy az anyag energiája és tömege egymástól nem független, hanem egymással *egyenértékű* tulajdonság. Ily módon a tömeg- és az energiamegmaradás törvényét egyesíti az anyagmegmaradás törvénye. Bizonyára hallottál már a híres

$$E = m \cdot c^2$$

összefüggésről. Ez — szavakban — annyit jelent, hogy egységnyi m tömegnek a c fénysebesség négyzetével szorzott energiája van és megfordítva: az egységnyi E energia $1/c^2$ tömeggel egyenértékű. Ezt az egyenértékűséget hasznosítjuk az atomerőművekben. Az atomenergia (helyesebben: magenergia) hasznosításával egészen új és a korábban ismerteket messze meghaladó energiaforrás jutott az emberiség birtokába.

Szerző

Akkor hát mondhatjuk, hogy az atomenergia korát éljük.

Olvasó

Ez az ötödik javaslatod! Megismétlem eddigi ötleteidet a „korszakjellemző" kiválasztására: acél, műanyag, automaták, motorok, atomenergia. Tegyük még hozzá: elektromosság, számítógépek, űrutazás, televízió... Olyan korban élünk, amikor napról napra újabb és újabb tudományos és technikai vívmányok jelennek meg. Új anyagok, új gépek, új energiaforrások és mindezek szervezettebb felhasználása — ez az, ami korunk technikáját jellemzi. És most már olyan nevet adsz, amilyet akarsz!

Szerző

Alaposan összezavartál! Ebben a Bábelben eligazodni sem tudok.

Olvasó

Talán túl gyorsan és túl sok mindenről beszéltünk, és ez az én hibám. A modern technika ugyanis éppenséggel nem a bábeli zűrzavar, hanem a tudományos rend, a logikus rendezettség alapján él és fejlődik.

Szerző

Részletesebben kellene ezekkel foglalkoznunk!

Olvasó

Még arra sem vállalkozhatunk, hogy — akár vázlatosan is — felsoroljuk az anyagok, gépek és energiaforrások modern arzenálját. Akit érdekel, bőven találhat ezzel foglalkozó folyóiratokat és könyveket, hallgathat erről szóló rádió- és tv-műsorokat. A renddel és rendezettséggel viszont még foglalkozunk.

Szerző

Meg sem kísérled, hogy a ma technikájának legalább egy részére kitérj?

Olvasó

Rendben van, egy nagyon kis köréről talán beszélhetünk, de előbb pihenjünk egyet. Legközelebbi beszélgetésünkig pedig — kérlek — készíts el egy „házi feladatot".

Szerző

Tessék?

Olvasó

Ne gondolj semmi iskolás *dologra!* Mindössze arra kérlek, hogy írd le nagy vonalakban, mit csinálsz reggel, ébredéstől addig, amíg villamosra (vagy autóbuszra) szállsz.

Szerző

Nem tudom mi szükség van rá, de megpróbálom!

Olvasó

5. Az otthon és a technika

Másnap félig teleírt papírlapot tett elém.

6^{00} Csöng az ébresztőóra.

6^{02} Bekapcsolom a rádiót, a Reggeli Krónika hangjaira bivonulok a fürdőszobába.

6^{05} Kinyitom a csapot: a víz jéghideg, ettől felébredek. Gyorsan megmosakszom, megtörülközöm.

6^{10} Langyos vizet engedek a fogmosópohárba, fogkrém a fogkefére; fogat mosok. Utána gyors öltözködés.

6^{25} Ki a konyhába! Meggyújtom a gázt, teavizet forralok.

6^{28} Kiveszem a tojást és a szalonnát a hűtőszekrényből, sütök magamnak rántottát.

7^{00} Készen vagyok. Körülnézek: a rádiót kikapcsoltam, a gázt elzártam. Bezárom a lakást.

7^{05} Felhívom a liftet, beszállok és le a földszintre.

7^{10} Az utcán futás a legközelebbi közlekedési lámpáig. Várok. Végre zöldet mutat; indul a buszmegálló ...

Olvasó Meg vagy elégedve?

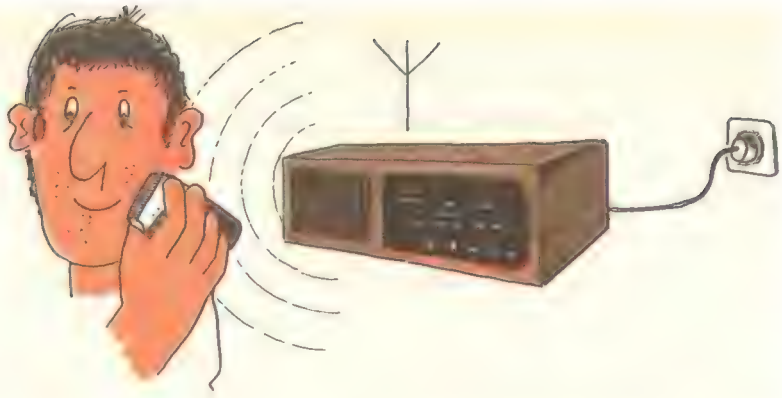
Szerző Óh, ez már több is, mint jegyzetelés; ez már majdnem „önfényképezés". Célunknak pontosan megfelel. Menjünk végig e reggeli ötnegyed óra krónikáján, amelynek szinte minden mondatában „benne van" korunk technikája. Elemezzük ezeket a mondatokat!

Olvasó Magyar nyelvtanórát tartunk?

Szerző Nem nyelvtanilag, hanem „technikatanilag" fogunk elemezni. Az elemzés szempontjai: a technikai eszköz funkciója, anyaga, energiaforrása és: a *hozzá kapcsolódó* technika. Kezdjük:

„Csöng az ébresztőóra."

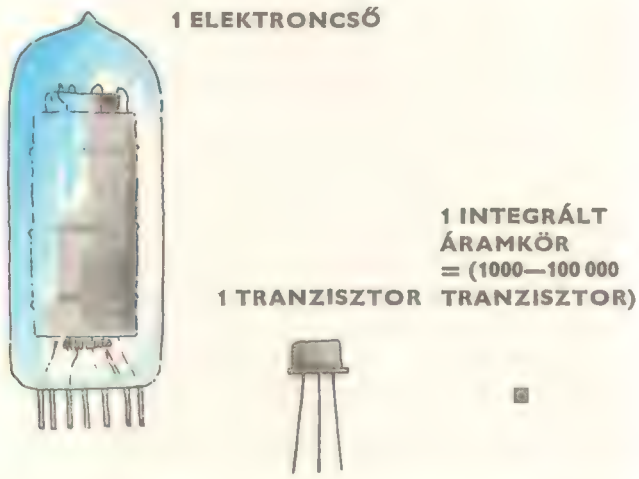
Ezt nem részletezzük. Tudjuk, hogy az ébresztőóra az idő mérésére és — meghatározott időpontban — hangjelzés adására szolgáló szerkezet. Anyaga lehet fém és/vagy műanyag. Energiaforrása a rugóban tárolt energia. (A villanyórák között van olyan, amelyet kis motor hajt, de olyan is, amelyben a lejárt rugót egy elektromágnes felhúzza.)



Az óra története nagyon érdekes téma lenne*, de a mi szempontunkból fontosabbak további feljegyzéseid:

„Bekapcsolom a rádiót...”

A rádió századunk találmánya. Az adóállomások a hanghullámokat elektromágneses hullámokká alakítják, amelyeket — nagy energiával — a légtérbe sugároznak. A vevő antennája felfogja ezeket az elektromágneses hullámokat és a rádiókészülék visszaalakítja hanghullámokká. Régebben a rádiótechnika legfontosabb alkatrészei az ún. elektroncsövek voltak. Ezek látták el pl. az egyenirányítás, az erősítés funkcióját. Mintegy harminc éve azonban feltaláltak egy parányi, a gombostűnél is kisebb eszközt, amelyet az angol *trans*fer (átalakító) és re*sistor* (ellenállás) szavak összevonásából tranzisztornak neveztek el. Ennek köszönhető, hogy ma már egyes zsebrádiók teljesítőképessége is nagyobb, mint a 3—4 évtizeddel ezelőtti szuperkészülékek. A rádiókészüléket elektromos energiaforrás táplálja (hálózatról vagy telepről).



Generáció kezdete	1944	1959	1965
Egy matematikai képlet kiszámítási ideje	$^1/_4$ óra	1 perc	1 másodperc
Kapcsolási idő	0,0001 mp	0,000001 mp	0,000000001 mp

* Lásd pl. „Az idő” c. könyvet a Tudomány csodái sorozatban (Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1975.).

A rádió működéséről sok népszerű ismeretterjesztő könyv jelent már meg. Részletesen foglalkoznak vele az iskolában, népszerűsítő előadásokban és folyóiratokban. Sok fiatalembernek kedvenc hobbyja a rádióépítés. Így erről bővebben (itt) nem szükséges beszélnünk. A „kapcsolódó" technikáról azonban annál inkább!

Egyik oldal: a rádiókészülékek fejlesztése, sorozatgyártása és karbantartása. Erről is köteteket lehetne írni. Gondoljunk csak arra: a tranzisztorokkal a miniatürizálás még nem fejeződött be (léteznek ún. integrált áramkörök, amelyekkel néhány köbmilliméternyi (!) térfogatba lehet zsugorítani például többfokozatú erősítőket), vagy arra, hogy a készülékfejlesztésbe ma már iparművészeket is bevonnak, a minél tetszetősebb és praktikusabb forma kialakítása érdekében; a sorozatgyártás megszervezéséhez, az új típusok gyártására való gazdaságos átálláshoz az ún. szervezéstudomány eredményeit és szakembereit is igénybe kell venni; gondoskodni kell a megfelelő tartalékalkatrész-gyártásról, ehhez pedig a matematika (a valószínűség-

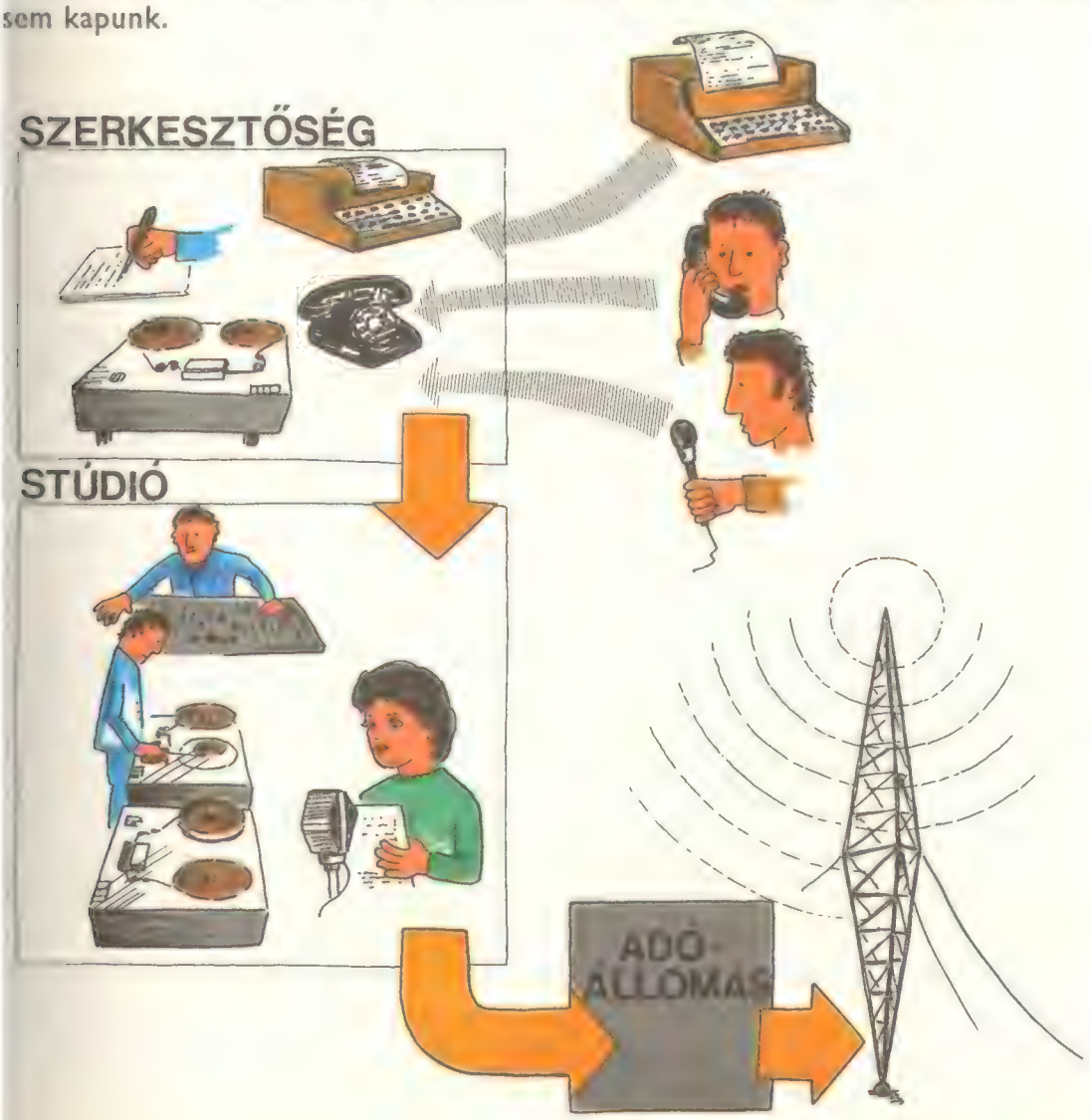
számítás) segítségével kell megbecsülni a várható alkatrészigényt. És a karbantartás? Még elképzelni is nehéz, mi lenne a rádiókészülékekkel, ha nem lenne kiterjedt javító-szerelő szolgálat?

Folytathatnánk, de nemcsak ezektől függ, hogy bekapcsolhasd és hallgathasd a rádiót. A rádióműsorok előkészítése, felvétele, az adóállomásra juttatása, az adó- és átjátszó állomások hálózata — ugyancsak technika. Csak az általad említett Reggeli Krónika adásbaviteléhez a távirati irodák, a kül- és belföldi tudósítók, technikusok, segédszemélyzet egész hadseregére van szükség, amelynek minden katonája a technikai eszközök sokaságával (mikrofon, magnetofon, telexgép, hangkeverő asztal stb.) van felszerelve. És mindezt úgy összefogni és megszervezni, hogy az adást percre (sőt: másodpercre!) pontosan lehessen indítani — ez is rádiótechnika!!!

De menjünk tovább:

„Kinyitom a csapot: a víz jéghideg…"

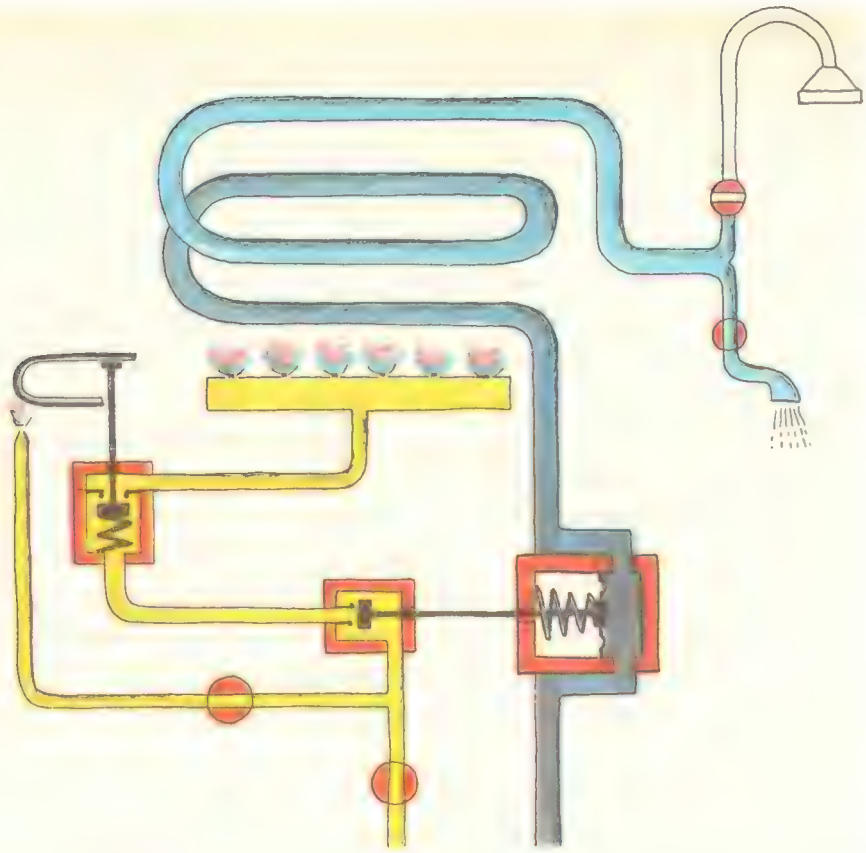
A vízvezetékre szerelt fém vagy műanyag elzárószerkezet a csap. Energiaforrása az ember: a vízcsapot (legalábbis a háztartásokban) kézzel nyitjuk és zárjuk. Működése összehasonlíthatatlanul egyszerűbb a rádióénál, *de!* Akkor sejtjük, hogy mi minden van a vízcsap „mögött", amikor hiába tekerjük a csapot, egy csepp vizet sem kapunk.



A Főváros vízellátásához hatalmas technikai gépezet állandó működésére van szükség. Van olyan nap, amikor több mint 1 millió m^3 vizet kell eljuttatni a lakossághoz. Nagyrészt a Szentendrei-sziget kútjaiból jön a tiszta víz, de mintegy egyötödét ún. Felszíni Vízmű szolgáltatja, amelynek vizét már tisztítani is kell. Budapestet közel 4000 km hosszúságú csővezeték hálózza be. A vízfogyasztás ugyan állandóan ingadozik, pillanatnyi értéke rendszertelenül változik (ún. sztochasztikus jelenség, ingadozása véletlenszerű), de átlagos értéke évről évre növekszik (húsz év alatt több mint kétszeresére nőtt). Mindig újabb és újabb vízforrásokat kell bekapcsolni a hálózatba és egyben gondoskodni kell az ingadozásokat kiegyenlítő hatalmas víztárolókról is. Még bonyolultabb a feladat, ha meggondoljuk, hogy nemcsak a fogyasztás ingadozik, hanem a Duna vízszintje is. Összhangba hozni a társadalmi igényeket és a természet adta lehetőségeket, gondoskodni a váratlanul fellépő üzemzavarok (pl. csőtörés) gyors elhárításáról — mindez igen nagyfokú szervező, tudományosan is megalapozott döntéshozó tevékenységet igényel. Ennyi minden van benne abban a hideg vízben, ami — egy egyszerű csavaró mozdulatra — olyan magától értetődően folyik ki a csapból.

„Langyos vizet engedek...”

A gáztüzelésű vízmelegítő megszokott kép a mai háztartásokban. Kinyitjuk a melegvízcsapot, a membránszelep szabaddá teszi a gáz útját. Az égőfejbe beáramló gázt az állandóan égő őrláng begyújtja. Az égés során felszabaduló energia a csőkígyóban áramló vizet felmelegíti. Ez is rendkívül egyszerű: csak a piros jelű csapot kell kinyitni és minden megy a maga útján. De! Akkor sejtjük, hogy mi minden van a bojler „mögött”, amikor alig pislákol a gáz, nincs elég nyomás és nem kapunk meleg vizet.



Fővárosunk gázellátásához hatalmas technikai gépezet állandó működésére van szükség. Több mint 2000 km hosszúságú gázvezeték, nyomásszabályzó és elosztóállomások, óriási gáztartályok gondoskodnak arról, hogy többszázezertől többmillió köbméterig ingadozó napi gázfogyasztás biztosított legyen. Korábban csak ún. városi gázt szolgáltattak, amelyet gázgyárakban állítottak elő, a szén léghiányos égetésével. Ma már Budapest is része annak a hatalmas rendszernek, amely a távoli Orenburgtól Zala megyéig terjed és amelynek elején $1^1/_2$ m átmérőjű vezetéken, 60 atmoszféra nyomáson indul el a földgáz.

A gáz még sorra kerül, amikor a konyhádba érünk, de ahhoz ennyi is elegendő, hogy belásd: a gázellátáshoz is széles látókörű szervező és döntéshozó tevékenységre van szükség.

Nézzük tovább a jegyzőkönyvedet. A fogkefét, fogkrémet kihagyom, bár a tisztálkodás és testápolás is kapcsolatos a technikával. (Nemcsak a testápoló szereket előállító iparra, az új szereket kialakító kémiai és biokémiai tudományokra gondolok — aminek önmagában is külön irodalma van —, hanem arra is, hogy a tisztálkodás „begyakorolt, célszerű mozdulatokból" tevődik össze. Célszerűtlen például a fogkefét vízszintesen húzogatni, mert ezzel csak a zománcréteget koptatjuk. A helyes mozdulat: függőlegesen le-fel; ezzel tudjuk leghatásosabban eltávolítani a fogak közötti résekben lerakódó szennyeződéseket. Node ez már a „törődjön többet egészségével" hatáskörébe tartozik.)

Következő mondatod:

„Meggyújtom a gázt..."

A gyufa mindennapi, megszokott eszközünk. Már a középkorban is használtak (kénes) tűzszerszámot, de széles körű elterjedését a foszforos gyufa tette lehetővé, melyet 1836-ban Irinyi János talált fel.

A dörzsölés, a mechanikai munka hatására a gyufafej felmelegszik, eléri gyulladási hőmérsékletét, a levegő oxigénjével hevesen egyesülve lángra lobban.

Dörzsöléssel gyújtotta meg az ősember is a száraz gallyakat, de mennyit kellett dolgoznia, míg a dörzsölt pálcika áttüzesedett! A gyufánál pedig csak egy húzás és máris lobog a láng. A foszfor gyulladási hőmérséklete ugyanis lényegesen kisebb, mint a fáé! Igaz, a sárga foszfor mérgező anyag. De ezen is segítettek: ma már a veszélytelen vörös foszfor „ül" a gyufaszálak fején.

A kiömlő gázhoz tartva az égő gyufát, az égés átterjed a gázra. Az égés törvényeivel sem tudunk (most) részletesen foglalkozni. Csak annyit: a gyufánk testén „szemmel látható" az égési sebesség. A láng lassan az ujjunk felé halad. A gáz azonban — látszólag — egyenletes lánggal ég. Valójában: akkor van egyenletes gázláng, amikor az égési sebesség egyensúlyban van a résekből kiáramló gáz áramlási sebességével. (Ezért kell kicserélni az égőfejeket akkor, amikor pl. a kisebb fűtőértékű, de nagyobb égési sebességű városi gázról a nagyobb fűtőértékű, de kisebb égési sebességű földgázra térünk át. Ezért nem szabad a PB gázra méretezett készüléket városi gázra használni.)

Minden rendben: jöhet a tea- vagy tejforralás. És ha kifut a tej vagy kiömlik a víz, eloltva az égő gázt? Ott vagy a konyhában és észreveszed: semmi baj. Újra meggyújtod a gázt. De! Ha nem vagy ott, vagy nem veszed észre? A kiömlő gáz nemcsak tüzelőanyag, hanem — amikor nem (vagy csak rosszul) tud elégni — halálos méreg és veszélyes robbanóanyag is.

A városi gázban levő színtelen és szagtalan szén-monoxid elenyészően kis mennyisége is elpusztítja a vörös vérsejteket. A balesetek megelőzésére a gázba erős szagosító anyagokat kevernek, amelyek — még a veszélyes koncentráció elérése előtt — figyelmeztetnek a gázömlésre.

A földgáz ebből a szempontból is kedvezőbb, nincs benne szén-monoxid és csak nagyobb mennyisége alkot robbanó keveréket a levegővel. A korszerű technika azonban nem várja meg a veszélyhelyzetet: előrelátással igyekszik megelőzni azt. Az újabb gáztűzhelyekhez ún. égésbiztosító elemeket szerelnek fel. Az égőrózsa mellé helyezett elemet közvetlenül éri a láng. Ha valamilyen ok miatt a láng kialszik, az elem gyorsan lehűl, jelt ad egy csapnak, és az elzárja a kiömlő gáz útját.

Nem lehet mindenki tüzeléstechnikus vagy gázszerelő. De mindenkinek, aki gáztűzhelyet használ, ismernie kell a gáz előnyös és veszélyes tulajdonságait is. Nem félni kell a gáztól, hanem okosan felhasználni. Nem reklámszöveg, hanem életedet védi az a hirdetés, hogy „A legkisebb gázszivárgást is azonnal jelentse a Gázműveknek!" (Ahol pedig a gázszolgáltatást a PB palack nyújtja, még inkább figyelni kell a kezelési utasításra.)

Node ideje témát váltanom, mert még azt hinnéd, hogy baleset-elhárítási oktatáson veszel részt. (Mellesleg: a baleset-elhárítás is *technika*, mégpedig a „javából"! De erről majd később...)

Jöjjön a következő műveleted:

„Kiveszem a tojást és a szalonnát..."

Erről külön „regényt" lehetne írni, pedig mindennapos és egyszerű művelet az élelmiszervásárlás.

A városi embernek az élelmiszer olyan árucikk, amit élelmiszerboltban lehet kapni. Egyszerűen kiválasztjuk az üzletben azt, amire szükségünk van, hazavisszük és a többi már a „konyha dolga". Pedig hosszú idő telt el, amíg ezek az árucikkek

elérték mai formájukat. A lenyúzott vad húsát nyersen fogyasztó ősember igencsak furcsán nézne ránk, ha látná konzerveinket, mélyhűtött és félkész termékeinket, modern csomagolású élelmiszereinket, mindazt, ami nélkül a civilizált ember élete már csak nehezen képzelhető el. És vajon hányszor jut eszünkbe, hogy mi minden van ezen élelmiszerek „mögött"? Az állat- és növénynemesítés, az egyre jobban gépesedő, a tudomány eredményeit közvetlenül is felhasználó mezőgazdasági nagyüzemek, az ún. agrotechnika hatalmas gépezete nélkül nem igen lehetne mindennap jóllakni. De ez a téma már messze meghaladja ismereteimet, váltsunk hát mondatod következő szavára:

„. . . *hűtőszekrény*. . . "

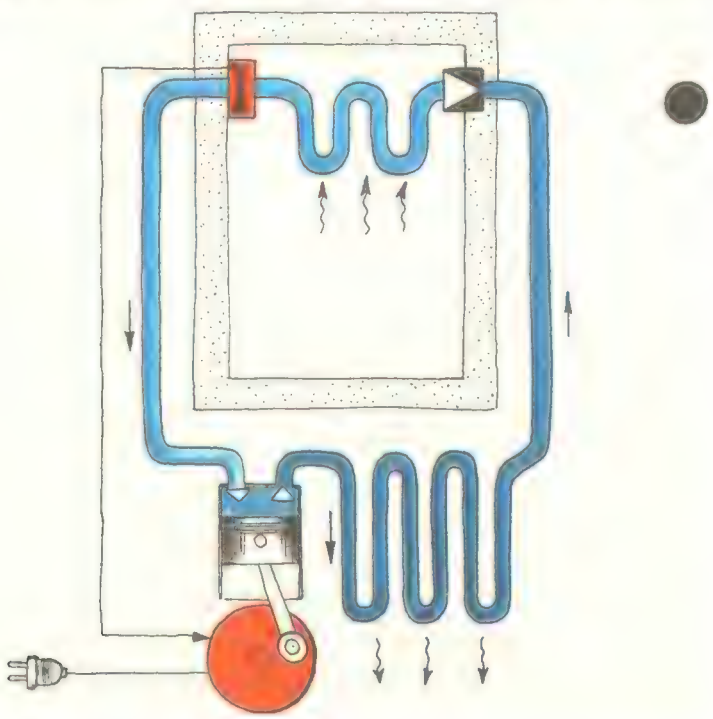
Az én gyermekkoromban még nem ismertem ezt a szót. A konyhában *jégszekrény* volt: egy kívülről jól szigetelt kis láda, amelybe naponta kellett betölteni a jeget. Reggelenként a háziasszonyok az ablakban könyökölve lesték a jegest, a nehéztestű muraközi lovakkal húzott jégszállító kocsit. A mai háztartások többségében már saját „jéggyár" gondoskodik az élelmiszerek hűtéséről.

Az elektromos hűtőgép még a mesékbe is bevonult. „Hup és Hop története" kisfiam egyik kedvenc mesefilm-sorozata. Egyik epizódjában a két kis majom véletlenül nyitva hagyja a hűtőszekrényt és a szoba kihűl, minden jéggé dermed. Kedves, de butácska történet.

Mi lenne, ha nyitvahagynánk a hűtőszekrény ajtaját?

A szoba felmelegedne! Nézzük meg, miért?

A hűtőszekrény belsejében a környezetinél alacsonyabb hőmérséklet van. A hőmérséklet-különbség hatására mindig energiaáram lép fel, mégpedig mindig a nagyobb hőmérsékletű hely irányából a kisebb hőmérsékletű hely felé. A szigetelés csak késlelteti, de meg nem akadályozza ezt az energiaáramot. (Ezért olvadt el mindennap a régi jégszekrényekben a jég és kellett újabb „hűtőanyagról" gondoskodni.) A hűtőszekrény „hidegségének" fenntartásához ezt az energiát folyamatosan el kell vonni. Erre szolgál a hűtőtér belsejében, a falak mentén kígyózó cső-



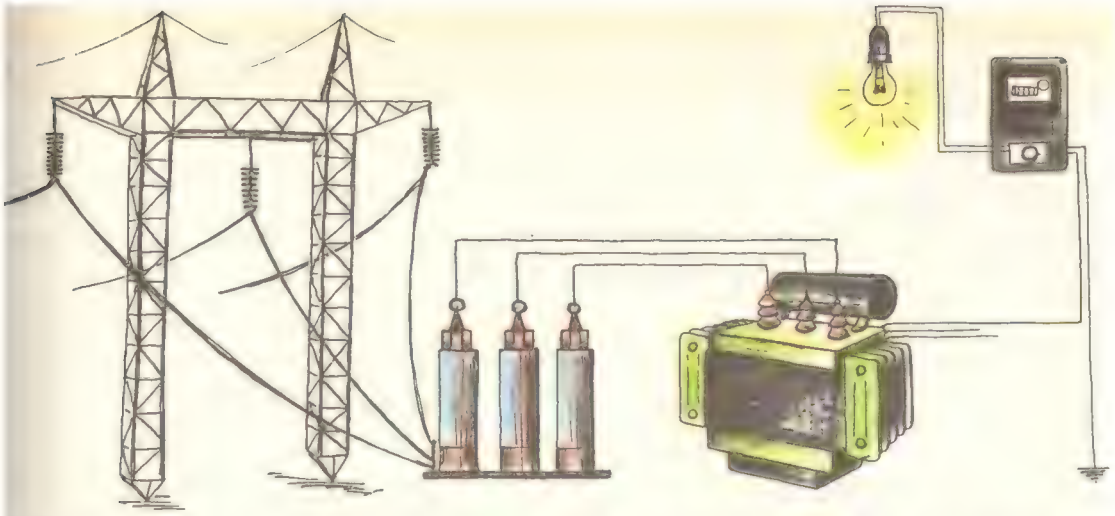
vezeték, amelyben a hűtőtérnél kisebb hőmérsékletű folyadék áramlik. A hőmérséklet-különbség hatására a hűtőszekrény belsejéből az energia a hűtőfolyadékba megy át. És onnan? A folyadék a hűtőszekrény alatt levő kompresszorba kerül. Ez a folyadékot összenyomja, s emiatt az felmelegszik. A felmelegedett és nagynyomású folyadék tovább áramlik a hűtőszekrény hátoldalán levő csővezetéken, amelyet kívülről a helyiség levegője vesz körül. Itt már a folyadék hőmérséklete a magasabb: energiáját a környező levegőnek átadja, lehűl. A lehűtött folyadékot — mielőtt a hűtőtérbe visszavezetnék — még expandáltatják (kiterjesztik): nyomása csökken és ennek következtében hőmérséklete a hűtőszekrény belsejének hőmérsékleténél kisebb lesz. A körfolyamat folytatódhat tovább. (Lényegében hasonló folyamat játszódik le az ún. abszorbciós hűtőgépekben is.) Gondoljuk végig még egyszer: a folyadék áramoltatása, összenyomása, kiterjesztése — ez teszi lehetővé, hogy hőhatás formájában energiát vonjon el a hűtőszekrény belsejéből és azt leadja a környezetnek. Ha mindez „ingyen" lenne, akkor sem hűlhetne le a szoba, hiszen amennyi energiát a hűtőszekrény belseje elvonna, ugyanannyit a külseje visszaadna. Csakhogy: az egész folyamat csak úgy lehetséges, ha a folyadék körfolyamatát külső energiabevezetés fenntartja. Az elektromos árammal bejuttatott energia működteti a hűtőgépet. Ez az energia sem vész el, hanem hőhatás formájában a környezetbe távozik. A nyitva hagyott hűtőszekrény nagyon gazdaságtalan „fűtőszekrénnyé" változik!

Elég ennyi a hűtőszekrényről?

Szólni kell még arról, hogy hűtőfolyadék csővezetékére a levegő nedvességtartalmának egy része fokozatosan ráfagy és ez a jégréteg rontja a hűtés hatásosságát. Ezért érdemes időnként a hűtőszekrényt kikapcsolni és megvárni, míg a jég leolvad. (A jég erőszakos eltávolítása a vékony csőfalakat tönkreteheti!) Ugyanezért a hátsó hőcserélő felületeket is rendszeresen portalanítani kell! A gyárakban és kutatóintézetekben nagy körültekintéssel, gondos számításokkal és hosszas kísérletezéssel alakítják ki a hőcserélő felületeket, hogy a hűtőszekrény minél hatásosabban tudjon működni, vagyis minél kisebb energiafogyasztással minél nagyobb hűtőteljesítményt tudjon elérni. Kár lenne a hatásosságot azzal lerontani, hogy elhanyagoljuk a felületek tisztítását!

Még mindig nem végeztünk. Most jön a „kapcsolódó" technika. (A hűtőgépgyártás fejlesztése, megszervezése külön téma lehetne, de erre most — sajnos — nincs időnk.) A hűtőgépet „elektromos árammal bejuttatott energia működteti" — mondtuk az előbb. Ez is olyan „természetes": kattintasz egyet a kapcsolón, fény árad a szobában. Megnyomsz egy gombot: szól a csengő. Elektromos áram forgatja a porszívó, a kávédaráló, a mosógép, a centrifuga, a ventillátor motorját; elektromos áram „melegíti" a kávéfőzőt, a villanytűzhelyre tett edényt, a „hősugárzót". Amerre nézel mindenütt látod az elektromos áram felhasználását. A különböző villamos készülékek felsorolásához kevés lenne ez a könyv. És ami ezek „mögött" van?

Ma már az országot, mint óriási érrendszer szeli keresztül-kasul a nagyfeszültségű vezetékek hálózata. Többszázezer volt feszültségű kábeleken áramlik az energia az erőművekből a fogyasztókhoz. Az elektromos energia felhasználására is igaz az, amit a víz- és gázfogyasztásra mondtunk: pillanatnyi értéke véletlenszerűen ingadozik. Csakhogy itt nincsenek olyan energiatárolók, mint a víz- vagy gáztartályok.



A biztonságot az teszi lehetővé, hogy a villamos hálózat nemcsak az ország valamennyi erőművét köti össze, hanem össze van kapcsolva a szomszédos országok hálózatával is. A többszázezer volt feszültségű hálózatokon keresztül kap segítséget a hazai villamos hálózat akkor, amikor saját termelésünk nem fedezi a felhasználást. Ehhez azonban összehangolt működés kell: ezt segíti elő a prágai diszpécserközpont, amely figyeli és vezérli a termelést és elosztást.

Azt jól tudod, hogy a lakásban levő elektromos vezetékekben 220 V feszültség van. Mennél nagyobb a hálózat feszültsége, annál kisebbek az energiaszállítás veszteségei (kisebb a vezeték melegedése). A nagyfeszültségű (220 000...500 000 V), ill. ultranagyfeszültségű (750 000...1 200 000 V és annál nagyobb) energiaátviteli rendszerek felállítása és üzemeltetése nélkül a városok és az országok közötti energiaszállítás igen költséges lenne. A nagyfeszültségű vezeték ugyanakkor — a hozzá nem értők számára — igen veszélyes. Városon, és különösen lakáson belüli nagyfeszültség tömegesen okozna halálos baleseteket. Ezért a város határában, az ún. transzformátor- (átalakító-) állomások a nagyfeszültségű áramot 3000 V feszültségűvé alakítják át. Ezen a feszültségen megy az elektromos energia a *körzeti* transzformátorállomásokig (biztos a közeletekben is van ilyen szürke, halkan búgó és kellemes meleget árasztó szerkezet), ahonnan már a lakások 220 V feszültségén áramlik tovább. Az erőművek, a hálózatok, az átalakítók üzembentartása és javítása, a rendszeres áramszolgáltatás biztosítása sokezer ember összehangolt és tervszerű munkájának eredménye.

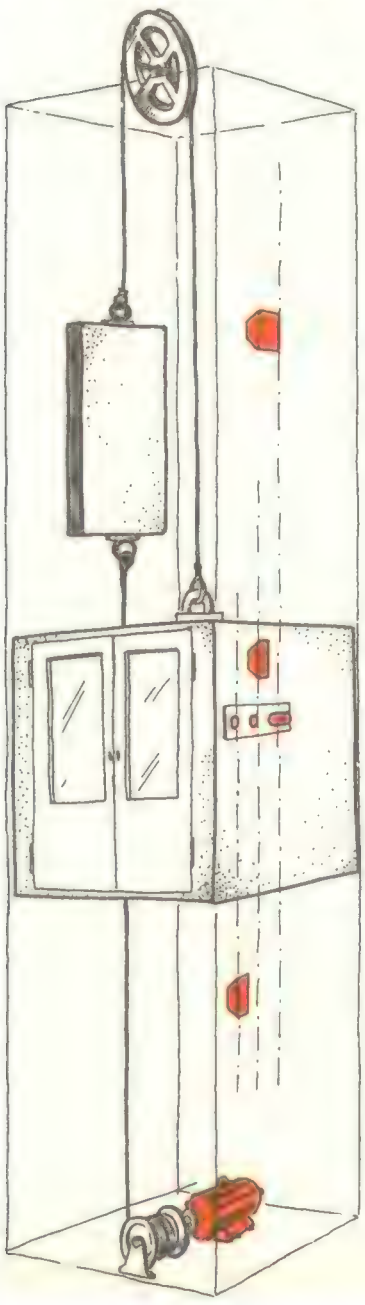
„Felhívom a liftet...”

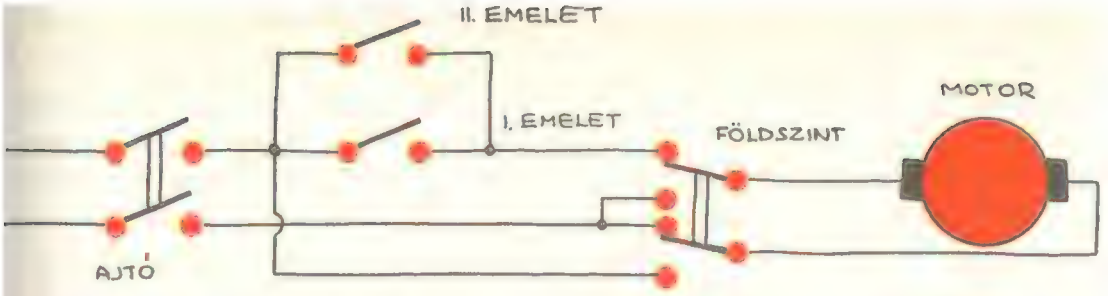
A lift őse a csiga. A csigán átvetett kötél egyik végét lefelé húzva a másik végén levő teher felemelkedik. Csakhogy a liftkötél mindkét végén teher van: egyik végén az ún. járószék, amiben utazol, a másik végén pedig a liftház falánál levő sínekben mozgó ún. ellensúly. Ezt úgy tervezik, hogy tömege megegyezzen a félig terhelt járószék tömegével. Ily módon lehet elérni, hogy a liftházban levő motor terhelése (átlagosan) optimális legyen. Ha nem lenne ellensúly: a lift lefelé haladásakor ugyan energiát kaphatna a motor (mint például a lejtős úton lefelé haladó vagy fékező villamoskocsik, amelyek energiát táplálnak vissza a vezetékbe), de annál keményebben kellene dolgoznia a lift felfelé haladásakor a teher felemeléséhez. A teljes teher felemeléséhez igen nagy teljesítményű motorra lenne szükség. Az ellensúly teszi lehetővé az olcsóbb és gazdaságosabb üzemeltetést. Az ellensúly

kiegyenlíti a teher egy részét. Amikor pl. a lift és a benne tartózkodó személyek összsúlya megegyezik az ellensúllyal, a motornak — akár emelkedik, akár süllyed a lift — csak a súrlódást kell legyőznie!

Honnan „tudja" a lift, hogy hová kell mennie?

A régebbi típusú lifteknél — sok házban ma is ilyen van — egyszerűen oldották meg a feladatot. A járószékben van egy tábla, azon annyi gomb, ahány emelet + a földszint. A táblából — a sok gomb ellenére — csak két vezeték jön ki. Egy a földszint gombtól, egy pedig az összes (többi) emelet gombtól. Ha a földszint gomb van benyomva, a motor (mondjuk) balra forog. Ha bármelyik emelet gombot nyomják meg, a motor jobbra forog. (A motor persze csak akkor kap áramot, amikor minden ajtó be van csukva; ezzel védekeznek a baleset ellen.) A jelző gombok hosszú rudacskára vannak egyenként felerősítve. A benyomott gomb vége belóg a liftaknába. Az egyes emeleteken egy-egy csúszka van elhelyezve ott, ahol a megfelelő emeletgomb rudacskája kilóg. A csúszkához érve az a rudat visszanyomja, az érintkezés ezzel megszakad, a motor megáll: a lift megérkezett. A biztonság





megköveteli, hogy a legfelső emeleten levő csúszka olyan széles legyen, hogy minden „emelet gombot" kinyomjon. Ha ez nem így lenne, akkor pl. a IV. emeleten benyomva a III. emeleti gombot, a lift felfelé elindulva túlszaladna a legfelső emeleten. Így is előfordulhat üzemzavar, pl. akkor, ha egy közbenső emeleten a földszint és valamely más emelet gombját egyszerre nyomják be. (A motor nem foroghat egyidőben mindkét irányba!) Az ilyen — mechanikus vezérlésű — lifteket csak belülről lehet irányítani. (Hányszor kellett felkutyagolnom az ötödik emeletre, mert valaki fent felejtette a liftet!)

Az újabb, elektronikus vezérlésű liftek már kívülről is hívhatók. Az egyszerűbb típus egyszerre csak egy jelzést fogad el, azt „megjegyzi" és végrehajtja. Ez a jelzés már nemcsak (a mechanikus vezérlésnél lehetséges) *fel* vagy *le*, hanem az is, hogy *hová*. A mechanikus vezérlésű lifttel pl. nem lehet a IV. emeletről a III. emeletre jutni. Az elektronikus vezérlésű liftet azonban bármelyik szintről bármelyik szintre lehet hívni vagy küldeni.

Középületekben, szállodákban használnak programozható lifteket is. A liftbe beszállva az utasok különböző emeletgombokat nyomhatnak be, céljuktól függően. Az emeleteken várakozók a liftajtó előtti gombon jelezhetik, hogy le vagy fel kívánnak utazni. Ezek a jelzések egy központi elektronikus készülékbe kerülnek (amelyet az emberi agy emlékező képessége nyomán memóriának neveznek). A készülék nemcsak megjegyzi a kívánságokat (hová, ill. honnan merre akarnak menni), hanem — több lift esetén — dönt arról, hogy melyik lift melyik emeleten várakozó utast vegye fel.

Ha meggondolod, ez is szervezés, csak sokkal egyszerűbb, mint valamelyik közmű munkájának szervezése. Ezért lehet viszonylag egyszerű eszközökkel gépesíteni a döntést: melyik lift hol álljon meg. Az egyszerűség nagyon is viszonylagos, hiszen néhány évtizeddel ezelőtt még nem álltak rendelkezésre olyan eszközök, amelyekkel ilyen döntési folyamatot gépesíteni lehetett volna. Az elektronika fejlődése (ami a már említett tranzisztorok és integrált áramkörök feltalálásához is vezetett) tette lehetővé bonyolult logikai műveleteket végrehajtó gépek kialakítását (ami aztán visszahatott az elektronika további fejlődésére).

De nagyon messze kerültünk már a lifttől. A liftprogramot irányító készülék (lényegében) kis számítógép, amiről később még szó lesz. Térjünk hát vissza feljegyzéseidhez, annak is utolsó bekezdéséhez:

„Közlekedési lámpa..."

Piros-sárga-zöld (gyalogos forgalomirányítónál: a piros álló és a zöld mozgó alak) jelzését ma már minden óvodás ismeri. (Ennek ellenére nagyon sokan — sajnos — nem veszik figyelembe!) Egyszerű a kapcsolásuk, legalábbis az volt még néhány évtizede. A sarkon álló rendőr egy kis gombot lenyomott: a lámpák sárgára vál-

tottak. Újabb nyomás: a korábbi piros zöldet, a zöld pirosat mutatott. A rendőrnek nem kellett az út közepén állnia a járműforgalom veszélyes sűrűjében, a sarokról (később egy magasabban elhelyezett fülkéből) áttekinthette és irányíthatta a kereszteződés forgalmát. Ennyit jelentett a jelzőlámpa a múltban. És ma? A jelzőlámpák „maguktól" működnek, rendőr jelenléte nélkül is irányítják a forgalmat. Előbb kis óraszerkezet gondoskodott egyenletes időközökben a színváltásról, majd rájöttek arra, hogy összehangolt távirányítással egy útvonalon ún. „zöld hullámot" lehet kialakítani. A Nagykörúton (a Nyugati pályaudvar és a Ferenc körút között) vagy a Népköztársaság útján például kb. 40 km/h sebességgel haladva, mindig zöld lámpát kapsz. Ez nyugodtabbá, folyamatosabbá teszi a közlekedést. (Ha nem lennének egyes „szuperokos" vezetők, akik teljes gázzal szlalomoznak, rongálva motorjukat, maguk és mások idegeit, s aztán szépen várakozhatnak a legközelebbi piros lámpánál.) Nem könnyű egymást keresztező utcák zöld hullámának kialakítása, különösen, ha a forgalom sűrűsége időnként erősen megváltozik. A nagyvárosok közlekedésének szervezése és irányítása egyre bonyolultabb feladat: megoldásához nemcsak közlekedési szakemberekre, hanem matematikusokra, számítógépekre is szükség van. Sok helyen a forgalomra „bízzák" a lámpák irányítását: az úttest alatt apró érzékelők vannak, amelyek segítségével számlálják a kereszteződéshez közeledő gépkocsikat. Az automata abba az irányba ad zöld jelzést, amely felé több gépkocsi halad. Egyes nagyvárosokban a forgalomirányítást központi diszpécserszolgálat látja el, nagyteljesítményű számítógépekkel, ipari televízióval és URH gépkocsikkal felszerelve. A nagy autópályák diszpécserközpontjából még a közlekedési táblák feliratait is meg tudják változtatni: pl. forgalomelterelés, sebességkorlátozás, váratlanul veszélyes útszakasz jelzésére.

Hát ennyit a közlekedési lámpákról, a közlekedés szervezéséről. A közlekedés fejlődésére szemléltetésként csak egy mondat az *1901-ben* (!) kiadott poroszországi KRESZ-ből: „a sebesség városi utcákon nem lépheti túl a folyamatosan ügető ló gyorsaságát (kb. 15 km/h)...".

Álljunk meg, nagyon kérlek! Már szédülök a sokféle technikai megoldástól! **Olvasó**

Te kérted, hogy „a ma technikájának legalább egy részére" kitérjek. Pedig csak a mindennapos reggeli másfél órád történetét elemeztük, azt is nagyon vázlatosan. A közlekedést például a KRESZ-nél hagytuk abba. Nem beszéltünk a közlekedési hálózat tervezéséről (városokban és városok között), ami már szoros kapcsolatban van a várostervezéssel. Szót sem szóltunk a lakásról magáról, a lakások tervezéséről, építéséről, az új építési technikákról. És mindez csak a másfél órához kapcsolódik. Hol van még a nap hátralevő része? **Szerző**

De hát akkor egyszerűen reménytelen vállalkozás megismerkedni a *ma* technikájával! **Olvasó**

Minden részletével megismerkedni valóban lehetetlenség, de rendszerezésének elveit és szemléletét lehet, és szükséges is elsajátítani! Egyrészt azért, mert ez más területeken végzett munkádat is segíti, gondolkodásodat fejleszti, szélesíti; másrészt azért, mert csak így óvhatod meg magadat és környezetedet a technika veszélyeitől. **Szerző**

Nocsak! Eddig úgy látszott, hogy a technika — ha bonyodalmas is, de — csodálatos és áldásos eszköze az emberiségnek. **Olvasó**

Az, ha helyesen és előrelátóan használjuk... de erről már a következő beszélgetés szóljon! Addig tartsunk egy kis szünetet! **Szerző**

6. A technika veszélyei

Miféle veszélyekkel akarsz rémiszteni? **Olvasó**

Mondd csak, félsz a nagyfeszültségű vezetékektől? **Szerző**

Nem félek, tudom, hogy veszélyesek, ezért tisztes távolban tartom magam tőlük. **Olvasó**

És ha dolgoznod kellene velük? **Szerző**

Megtanulnám, hogyan lehet veszélytelenül dolgozni; nem akarok öngyilkos lenni. **Olvasó**

Tehát tudod, hogy veszélyes, mégsem rémít ez meg, csak óvatosságra, körültekintésre int. Így vagyunk a technika egyéb veszélyeivel is. Nem szükséges megrémülni, de meg kell tanulni, hogyan lehet a veszélyeket elkerülni. **Szerző**

A balesetvédelmi előírásokra gondolsz? **Olvasó**

Ez csak egyik — persze nagyon fontos — oldal. Azok az energiák, amelyeket a tecnikai folyamatokban „megmozgatunk", figyelmet és kellő szakértelmet köve- **Szerző**

telnek, másként súlyos baleseteket okozhatnak. „A tudatlanság merészsége és a figyelmetlenség könnyelműsége a technika legnagyobb ellensége" (Clapeyron).

Olvasó Nem lehet mindenki tudósa a technikának!

Szerző De senki sem lehet könnyelmű és tudatlan használója a technikai eszközöknek. A könnyelműség, a „hősködés" rendszeresen szedi áldozatait. Mindennap olvashatunk ilyen szomorú híreket az újságban:
Leugrott egy induló személyvonatról N. N., a vonat kerekei alá esett, amelyek halálra gázolták.
Gyorshajtás miatt az árokba borult X. Y. személygépkocsija. A vezető és utasa szörnyethalt.
Tilos jelzésben szaladt át az úttesten Z. Z., egy teherautó már nem tudott fékezni és szerencsétlen embert elütötte. Z. Z. a helyszínen meghalt.

Olvasó Miért idézel ilyen szörnyű eseteket?

Szerző Mert „más kárából tanul az okos". N. N., X. Y. vagy Z. Z. ma is élnének, ha „vagányságból", erőfitogtatásból vagy talán fogadásból nem könnyelműsködtek volna. És hányan vannak még mindig olyanok, akik ezek nyomán haladnak. Tízszer-százszor talán sikerült felugrani a villamosra, megelőzni — bizonytalan helyzetben — egy másik kocsit, átszaladni pirosban a másik oldalra. Az ilyenek úgy érzik, hogy „menő fejek", nem olyan gyávák, mint a többiek, a „mazsolák". Mindaddig, amíg megússzák a veszélyhelyzeteket; de amikor nem sikerül... Szóval: az utca nem sportpálya: az értelmetlen halál keresése nem hősködés.

Olvasó Igazad van, de mégis csak ki kell menni az utcára; nem élhetünk állandó félelemben, a lakásba bezárva.

Szerző Végletekben gondolkodol vagy gúnyolódsz!? Közlekednie mindenkinek kell, de azt is meg kell értenie, hogy — ha már a közlekedéssel kapcsolatos legfontosabb fizikai és technikai ismereteket nem, vagy csak részben ismeri — legalább a közlekedési szabályokat be kell tartania. Nem azért, hogy „jófiú" legyen, hanem, hogy védje önmaga és környezete életét és biztonságát. Ugyanez vonatkozik nemcsak a közlekedésre, de minden egyéb technikai eszköz használatára is.

Olvasó Nincs mindenre KRESZ!

Szerző De van, mert lényegében annak számítanak a balesetvédelmi előírások és a használati utasítások.

Olvasó Ezeket nem lehet bemagolni...

Vagy-vagy! Vagy megismered a folyamatok törvényszerűségeit és akkor könnyen megérted az egyes gépek használati utasításait és megjegyzed az „Általános Baleset-elhárító és Egészségvédő Óvórendszabály" előírásait, vagy mindegyiket külön bemagolod. **Szerző**

Szép kilátások! Akkor már inkább választom az általad beígért „rendszerező elveket". Remélem, hogy azok ismeretében könnyebben boldogulok. **Olvasó**

Arra is sor kerül, de most még a technika veszélyeinél tartunk. **Szerző**

Gondolom, nem akarsz balesetvédelmi oktatást tartani. **Olvasó**

Nem ártana! Megint egy újsághír: Évenként mintegy 400 gázzal kapcsolatos baleset történik és többségükben az előírások meg nem tartása, a fegyelmezetlenség, olykor a fogyasztók felületessége okozza a bajt (MTI, 1977. január 28.). **Szerző**

Mit akarsz ezzel? **Olvasó**

Csak a gázzal kapcsolatos balesetek száma évi 400! És a villany, a forgó gépek... folytathatnám a sort. Nem a technika veszélyét kellett volna mondanom, hanem a technika tudatlan vagy felelőtlen használatának veszélyét. **Szerző**

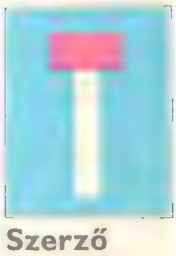
Ezt már az előbb tisztáztuk. Elismerem, hogy már az iskolában el kell sajátítani a legfontosabb technikai ismereteket. **Olvasó**

Ez azonban nem elegendő. Nemcsak az a tudatlan, aki semmit sem tanult, hanem az is, aki abbahagyta a tanulást. **Szerző**

Mert „a jó pap holtig tanul..." Régi közmondás! **Olvasó**

Most nemcsak a holtig tartó tanulásról *általában* van szó. A technikában állandóan új helyzetek és új eszközök jelennek meg; maga a technika is soha nem látott sebességgel fejlődik. Az új helyzeteket megérteni, az új eszközöket célszerűen felhasználni csak az tudja, aki tudását állandóan felfrissíti. **Szerző**

Ezt úgyis megteszi az ember, ha egy új gépet kap. De amikor semmi sem változik körülötte, hasznosabbal is töltheti az idejét, mint a műszaki irodalom tanulmányozása. **Olvasó**



Most én nem értem: mit értesz azon, hogy semmi sem változik körülötte? **Szerző**

Például egy gépkocsivezető, aki évek óta ugyanazt a típust vezeti, a kocsi minden porcikáját úgy ismeri már, mint a saját tenyerét. Az ilyen embernek mi szüksége van a technikai művelődésre (már ami a szakmáját illeti). **Olvasó**

Jó a példa — pont az ellenkezőjének bizonyítására. A gépkocsi, mint technikai eszköz, maradhat változatlan, de a közlekedési helyzetek mindig újak. Az a gépkocsivezető, aki hosszú évek során balesetmentesen vezetett, erre joggal lehet büszke, de! Baj, ha a múlt sikerének büszkesége önhittségre vezet: az elbizakodott ember ezért válik tudatlanná, mert azt hiszi, már mindent tud. *Az igazi tudás ott kezdődik, amikor tudjuk, hogy mit nem tudunk.* Az igazán jó vezető mindig kritikus **Szerző**

szemmel figyeli saját maga vezetését, észreveszi, ha valamit nem tökéletesen hajtott végre, igyekszik állandóan javítani stílusán, felkészülni a még át nem élt veszélyhelyzetekre. Ha nem ezt teszi, menthetetlenül balesetet fog okozni!

Olvasó Szóval az önhitt embert veszélyesebbnek tartod, mint a tudatlant?

Szerző Igen, mert a tudatlant még meg lehet tanítani, de az önhitt azt hiszi, már mindent tud. Ezzel a fajtával együtt jár a tudálékosság is: olyanba is beleszól, szakértőnek képzeli magát, tanácsot ad, amihez egyáltalán nem ért. Aki az ilyen emberre hallgat, keserves csalódásokban lehet része.

Olvasó Miért kell az embereknek nagyképűsködniök? Miért nem lehet kereken megmondani, ha valamire nem tudják a választ?

Szerző Nem mai probléma ez, és nemcsak a technika problémája. Eszembe jut, hogy az 1830-ban elhunyt francia matematikus, Evarist Galois mit írt főművének előszavában: E műben *„többször találkozhat az Olvasó ezzel a két szóval:* nem tudom. *Tisztában vagyok azzal, hogy ezzel kiteszem magam a tökfejek kacajának... Sajnos, csak igen kevesen ismerik el, hogy tudományos szempontból azok a könyvek a legértékesebbek, amelyekben a szerző világosan megjelöli, amit nem tud, mert a szerzők akkor ártanak a leginkább olvasóiknak, amikor elkendőzik nehézségeiket. Ha majd a tudományban nem uralkodik már üzleti versengés — vagy ami ugyanaz, az önzés — ...akkor majd igyekezni fognak jelentéktelen eredményeket is közölni, ha azok újak, és hozzáteszik: a többit nem tudom."*

Olvasó Ez szép volt, de gondolom, nagyon elkanyarodtunk a technika veszélyeitől.

Szerző Csak látszatra, mert a „nem tudom" elkendőzése vagy kimondásától való félelem — véleményem szerint — a technika használatának egyik legnagyobb veszélye. És nemcsak az egyes ember használhatja tudatlanul vagy felelőtlenül a technikát, hanem egész társadalom is.

Olvasó Ezt meg hogy érted? „Társadalmi balesetekről" még nem hallottam.

Szerző Pedig volt már egy jónéhány! Mezopotámiában, Görögországban, Kis-Ázsiában és még sok helyen kiirtották az erdőket, mert szükségük volt a fára. Tudatlanság? Felelőtlenség? Inkább úgy mondjuk: „cselekedeteik utóhatásainak nem ismerése". Következmény: az országok kietlenné váltak, a hegyekről a víz lemosta a termőföldet, csak a csupasz sziklák maradtak meg.

Olvasó Ilyenről én is hallottam. Ha jól tudom, a dalmáciai karsztokról is így tűnt el a termőföld. Ez csak azt mutatja, hogy abban a korban az emberek még nem tudták, hogy a fa gyökerei tartják helyén a földet; s ha a fát eltávolítják, több lesz a kár, mint a haszon.

Szerző Ezt jelenti „cselekedeteink utóhatásainak nem ismerése", ami azonban nemcsak arra a korra jellemző. A környezet tudatlan vagy felelőtlen szennyezése korunk egyik szomorú jellegzetessége, amely súlyos következményekre vezethet és már vezetett is. Az iparosodás, a kémények tízezreiből áradó füsttenger a „ködök városává" változtatta Londont. A füstköd többször okozott katasztrófát, legutóbb 1952 decemberében. Az egy hétig tartó sötétség és oxigénhiány 4000 ember halálát

okozta. (Ezt már a hidegvérű angolok is megsokallták: a parlament 1956-ban törvényileg tiltotta meg nagy hamutartalmú szénfajták tüzelését London területén. Eredmény: a mai London már tiszta város.) A „ködök városa" — egyáltalában nem tiszteletreméltó — címet Los Angeles nyerte el.

Nyilván ez a cím az ottani gépkocsiknak köszönhető! De úgy tudom, hogy Tokió még jobban szenved az oxigénhiánytól. **Olvasó**

Nem múlhat el következmény nélkül, hogy a világon évente több mint 1 milliárd tonna (!) szennyezőanyagot juttatunk a légtérbe. A tengerekbe évente mintegy 10 millió tonna olaj kerül csak a tankhajók elsüllyedése miatt. (Ez 3,5-szerese a Kheopsz-piramis tömegének.) A vizek és a levegő szennyezése már oly mértékű, hogy a klímaviszonyokra is érezteti hatását. **Szerző**

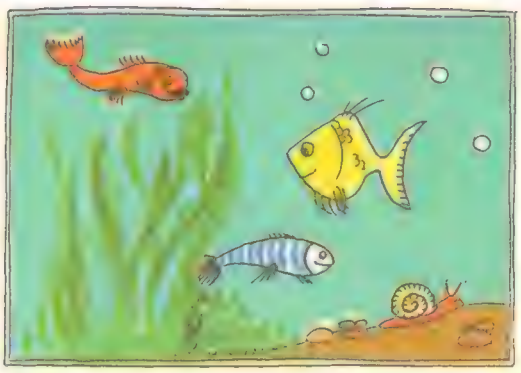
Nem lehet ez ellen védekezni? **Olvasó**

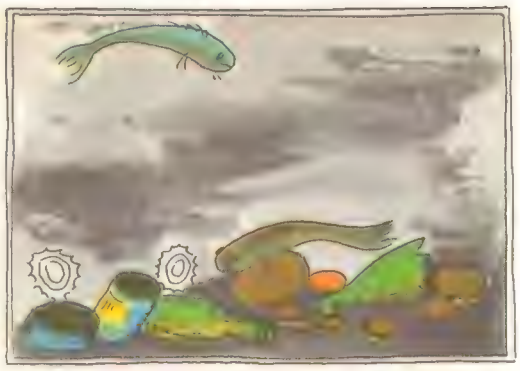
Lehet és kell is! Hazánkban ma már levegőtisztaság-védelmi törvény bünteti a légteret szennyező gyárakat. Hasonló törvény védi a vizek tisztaságát. A gépkocsik műszaki állapotát nálunk is rendszeresen ellenőrizni fogják. (Tokióban már régen felszerelték a rendőrséget olyan készülékekkel, amelyekkel a kipufogócsövekből kiáramló káros gázok mennyiségét mérni tudják. A megengedett értéket meghaladó gépkocsikat azonnal kivonják a forgalomból.) **Szerző**

Azt hiszem, nem is lehet másként, mint szigorú intézkedésekkel fellépni. Ha szabadjára engedik a technikát, hamarosan már lélegezni is csak jegyre fogunk. **Olvasó**

Vannak már városok, ahol oxigéndús levegőt árusító automaták is vannak. A környezetvédelem valóban társadalmi ügy! A technika definíciójában benne van a célszerűség: úgy kell felhasználni, hogy az egész társadalom és a jövő szempontjából is érvényesüljön a célszerűség. Sokat tehetnek ebben a kormányok, a gyárak és intézmények, de az egyes emberek is. **Szerző**

Ugyan mit tehet az egyes ember egy gyárral szemben? Olvastam, hogy az NSZK-ban egyedül a Bayer Művek több szennyezést juttat a Rajnába, mint a folyó mellett lakó emberek fele. Elsősorban a gyárakat kell kényszeríteni arra, hogy ne önző, profitérdekeik, hanem a környezet védelme határozza meg: milyen anyagokat engednek a szabadba. **Olvasó**





Szerző Ez igaz, de az „egyes emberből" is sok van. Jelenleg a Föld lakossága percenként 100 fővel szaporodik. Ilyen tempóban az ezredfordulóra 6 milliárd, 100 év múlva kb. 25 milliárd lakosa lesz bolygónknak.

Olvasó Milliárdokat akarsz környezetvédelemre nevelni?

Szerző Maradjunk Magyarországon. Szép hazánknak több, mint 10 millió lakosa van. Ha minden ember naponta csak 25 dkg szemetet dob el, az évi 1 millió tonnát jelent: ami nem túlzottan szépíti hazánkat. És ez nem játék a számokkal! Nézz körül egy nyári vasárnap után a Balaton vagy a Duna partján. Hemzsegnek az eldobott konzervdobozok, a műanyag zacskók, szanaszét repülnek a szélben az újságpapírok. Ez is szennyezés, a halakra például különösen ártalmas. Itt még csak szűrő- vagy tisztítóberendezésre sem lenne szükség, mint a gyáraknál. Mindössze egy kis figyelmességre, kevesebb önzésre. Nem beszélve a gépkocsik vezetőiről. Mire e könyv megjelenik, kb. 750 ezer személygépkocsi lesz az országban...

Olvasó amiből könnyű kiszámítani, hogy mit jelentene a levegő szennyezésére, ha minden gépkocsivezető „túráztatná" a motorját.

Szerző Nemcsak a szennyezésre (az elégetlen benzingőzök és a benzinadalékok gőzei különösen veszélyesek az emberre és minden élőlényre), hanem a zajra is. Mert a technika meggondolatlan használata zajjal is „szennyezi" a környezetet. Bizonyíthatóan a városban lakók hallása lényegesen rosszabb, mint a vidékieké. A zaj idegi behatása elváltozásokat, betegségeket is okozhat.

Olvasó Tiltsák meg a motorok bőgetését...

Szerző Már megtiltották, de nemcsak a motorok, a gépek zajáról van szó, hanem a bömbölő rádió, magnó vagy tv okozta hangzavarról is. Erre is van csendrendelet.

Olvasó Márpedig beat zenét nem lehet „síri csendben" hallgatni.

Szerző Ezt megértem, de Te is értsd meg azt, aki történetesen pihenni akar.

Olvasó Arról beszélsz mindig, hogy a technika felszabadítja az embert a kényszerű robot alól és több ideje jut a művelődésre, tanulásra, de a szórakozásra is. Miféle szabadság az, ahol még zenét sem hallgathatok kedvem szerint?

Szerző Szabadság? Eszembe jut a múlt század egyik legnagyobb angol szociológusának, a „liberalizmus atyjának", Herbert Spencernek a mondása: *„Minden egyén szabadságvágyának nem lehet más korlátja, mint a másik ember szabadsága"*. De az aztán

korlát legyen! A technika ésszerű használatában az is benne van, hogy az ember társas lény. Ha mindenki azt és akkor csinálná, amit és amikor csak akar, abból nem technika, hanem teljes káosz lenne, s végül az emberiség pusztulásához vezetne.

Olvasó Messzemenő következtetéseket vonsz le a zenehallgatásból. Nem hiszem, hogy „pusztuláshoz" vezet, ha egy-két fiatal — ahogy Te mondtad — bömbölteti a a magnóját.

Szerző Tekintet nélkül arra, hogy zavar-e másokat vagy sem?! Nem a zene hangos hallgatása, hanem — az általad is elítélt — *felfogás*, a mások érdekeinek figyelmen kívül hagyása vezet káoszhoz. Vegyünk egy másik példát! Meg kell állnom a kocsimmal, de a járda mellett már alig van hely. Végre megpillantok két kocsinak is elegendő üres részt. Gyorsan beállok, de *középre!* Csak nem fogok kínlódni a kihajtással, hagyok magamnak bőven terepet. Következmény: az utánam jövő kocsik már hiába keresnek szabad helyet. És legközelebb: én fogok legjobban dühöngeni, hogy nem tudok megállni, mert ahol elférne 15 kocsi is, ott olyan kényelmesen „landoltak" a vezető urak, hogy csak 7 kocsi áll. Apróság? Egyáltalán nem az. Szemlélet!

„*Nekem* legyen minden O. K., a többi nem érdekel";

vagy:

„ha nekem kicsit nehezebb is, de másoknak ezzel a kicsivel sokat segíthetek".

Olvasó Azt hiszem, ebben igazad van. De ez nem mindig önzés, gyakran csak feledékenység.

Szerző Inkább úgy mondanám: ösztönössé váló, beidegződött önzés. A többi ember érdekét figyelmen kívül hagyni, ezt nem lehet feledékenységgel mentegetni. Az egyéni érdek alárendelése a közösségi érdeknek, életelvünk alapja kell, hogy legyen. Minden technikánál fontosabb ez, mert csak így válhat az ember valóban emberré és a technika emberivé.

Olvasó Hát ezen meg mit értesz? Emberi technika?

Szerző Valóban, helyesebben EMBERI célokra felhasznált technikát kellene mondani.

Olvasó Mostanáig csak arról volt szó, hogy a technika és az emberi célok egymástól elválaszthatatlanok.

Szerző Csakhogy én most nagy betűkkel írtam az EMBERI-t. Értve ezen az emberi haladás, az egész társadalom érdekeivel megegyező célokat. Mert a technika veszélyei közül a legnagyobb: a tudatosan embertelen célokra felhasznált technika. Amikor az önzés már olymértékű, hogy emberek tömeges pusztításához vezet. „Mikor Kolumbusz felfedezte Amerikát, nem tudta, hogy ezzel az Európában már régen túlhaladott rabszolgaságot életre" (Engels). De az utána jövő rabszolgakereskedők már tudták, mit csinálnak: a kor legmodernebb technikáját felhasználva embertelen módon kényszerítettek százezreket állati sorba. A legkorszerűbb technikát használták a fasiszta haláltáborokban, ártatlan emberek tömeges pusztítására. A legmodernebb eszközökkel pusztították Vietnam őserdeit, bombázták Hanoit. A tudatlanság és a könnyelműség okozta veszélyek eltörpülnek azon veszélyek mellett, amelyeket az EMBERTELEN célok jelentenek.

Olvasó Ez már nem technikai, hanem társadalmi, politikai kérdés.

Szerző Vagyis mélységesen igaza van Holló Máriának, mikor azt írja: „A *válaszút*, amely előtt állunk, nyilvánvalóan *nem technikai*, sőt még csak *nem is elsősorban gazdasági*, hanem kifejezetten emberi-társadalmi természetű"*.

Végül még csak egy „adósságot" kell törleszteni; s ez a „technika" értelmezése.

Olvasó De hiszen erről beszélgetünk már kezdettől fogva. Többször is szó volt arról, hogy a „célszerűen felhasznált természeti erők és anyagok . . ."

Szerző Stop! Nem ezt akarom ismételni, ennél többről van szó. A technika nemcsak eszköz, módszer és szemlélet, hanem az ember *harmadik környezete* is!

Olvasó Ezt hogyan érted? Mennyiben „környezet", s miért éppen a harmadik?

Szerző Az ember *első* környezete: a természet, amely létrehozta, amelyben él. Életét csak úgy tudja fenntartani, ha környezetéhez alkalmazkodik, illetve felhasználja e környezet megváltoztathatatlan törvényeit saját céljai elérésére. Ez az alkalmazkodás és felhasználás csak *megfelelő emberi viselkedésformák* kialakítása esetén lehetséges. Szó volt már arról is, hogy az ember a társadalomtól függetlenül nem létezik. Az emberi társadalom *egyrészt* óriási erő, amely védi és felvértezi az embert a természet viszontagságai ellen; *másrészt* környezet is, amelyhez alkalmazkodnia kell, s az említett viselkedésformáknak ezt is figyelembe kell venniök. Az ember tehát — kezdettől fogva — körülveszi egy *második* környezet (a társadalom) is. A természet és a társadalom törvényszerűségeinek fokozatos megismerésével alakítja ki az ember a technikát, s ezzel megteremti *harmadik* környezetét . . .

* *Holló Mária:* Technika és társadalom. Kossuth, Budapest, 1974. 282. old.

Nem hiszem, hogy történelmileg sorrendbe lehetne e három környezetet állítani, hisz egyidejűleg léteztek és léteznek! **Olvasó**

Valóban, e három környezet mindenkor — már a „kezdet kezdetén" is — körülvette az embert, de sorrendiségről mégis beszélhetünk. Nincs mód arra, hogy (itt!) részletesen tárgyaljuk ezt. Ezért csak vázlatosan: Kezdetben a *természeti* jelenségek uralkodtak az ember környezetében; az embernek elsősorban ezek körében kellett eligazodnia, ezekhez kellett alkalmazkodnia. Később — különösen az osztálytársadalmak kialakulásával — a *társadalmi* környezet hatásai egyre erősebbé váltak. (A rabszolgának például jobban kellett félnie a társadalmi szabályok megsértésétől, mint a villámcsapástól!) Századunkban — a technika rohamos fejlődése miatt — a *technikai* környezet ismerete — fontosságában — már egyenrangu a másik két környezettel. (Elég talán arra utalni, hogy hazánkban évente mintegy 2000 ember hal meg közúti balesetek következtében, s ennek döntő oka nem a „technika", hanem az emberi tényezők: a tudatlanság az alkalmazkodóképesség hiánya; másszóval: a környezet hatásait figyelembe nem vevő viselkedésformák.) Mindaz, amit a technika veszélyeiről eddig mondtunk — lényegében — a környezet és az ember kölcsönhatására, az ennek megfelelő viselkedésformák kialakítására vonatkozott. Ezért állíthatjuk, hogy az általános emberi műveltségnek ma már *elválaszthatatlan* részei a természeti, társadalmi és technikai ismeretek! És ezzel zárjuk ezt a beszélgetésünket. **Szerző**

És a rendszerezés, amit ígértél? **Olvasó**

Az már külön fejezet témája! **Szerző**

III. Információrobbanás?

„Reménytelen lenne az a próbálkozásunk, hogy az oktatást összhangba hozzuk az állandó — szinte robbanásszerű — kiterjedésben levő ismeretanyaggal, ha e növekedéssel nem járna együtt az egyszerűsödés"

(Szent-Györgyi Albert)

1. Egy képzelt levél a Szerzőhöz

Az elmúlt időben több olyan szülővel beszélgettem, akinek középiskolás gyermeke van. Hosszadalmas lenne e beszélgetések minden részletét felidézni, ezért egy képzeletbeli levélben fogalmaztam meg e szülők közös gondját. A megszólítás és a bevezetés formaságai után a levél így folytatódna:

...Gyermekemről talán elég annyit írnom, hogy ún. „pályaválasztás előtt álló fiatal". Szülői elfogultság nélkül állíthatom, hogy komolyan készül a pályaválasztásra; s ez nem könnyű dolog. Nem érez ugyanis magában különösebb tehetséget valamilyen szakma vagy tudomány iránt; talán azért, mert nem ismeri eléggé: mi várna rá itt vagy ott. Így aztán igyekszik minél több szakterülettel, minél alaposabban megismerkedni. Szorgalmasan hallgatja a tv és a rádió ismeretterjesztő előadásait, olvassa a népszerűsítő folyóiratokat. Úgy érezheti magát — költői hasonlattal —, mint Goethe Faust-jának Tanítványa*;

Tanulni vágyom nagy-nagy élvezettel...
Felfogni azt, mi földön-égen
Foganhat, élhet, egyre nőhet:
A tudományt, természetet.

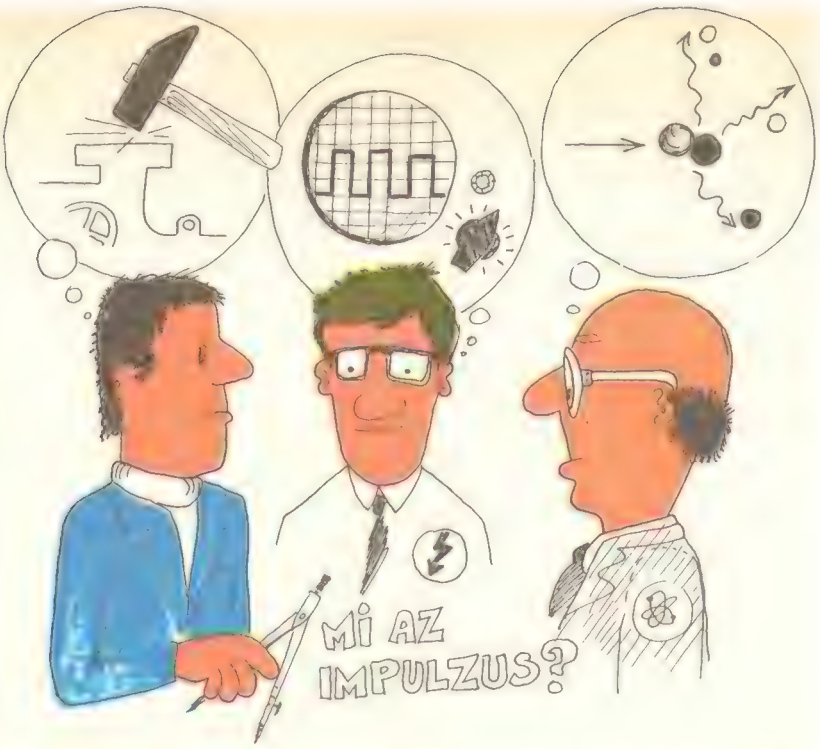
Van aki ezt tudásszomjnak nevezné; én inkább előzetes tájékozódásnak érzem: keresi a jövőjét...

És itt van a bökkenő! Attól félek, ha így halad tovább, még az érdeklődés szikrája is kialszik benne. Egyre nagyobb nyugtalanság tölti el. Mennél többet olvas, hall és lát, annál jobban erősödik az a meggyőződése: semmit sem tud, sőt teljesen hiábavaló a tanulás, értelmetlen az érdeklődés. Valami megfoghatatlan bábeli zűrzavar kezd kialakulni benne. És ennek több oka is van.

Egyrészt úgy tűnik, hogy minden szakmához speciális nyelvvizsgára lenne szükség. Mintha minden szakma előadója más nyelven beszélne. Nemcsak — és nem is elsősorban — a latin, görög és angol szavak töméntelen mennyisége zavarja; ezen még segítene az idegen szavak szótára. Az sem lenne baj, hogy még nem érti őket,

---

* *Franyó Zoltán* fordítása.



hiszen fiatal és éppen azért tanul, hogy megértse a tudományok sajátos nyelvét. (Bár magam sem értem, miért kell ott is idegen szavakat használni, ahol megfelelő és közérthető magyar szó is rendelkezésre áll?!) Nagyobb baj az, hogy néha ugyanazt a szót is más értelemben használja a vegyész, a fizikus, a gépészmérnök, a villamosmérnök... Lehetséges, hogy néha ezek a szaktudósok egymást sem értik? Igaz lenne, hogy minden szakmának *saját* nyelve van?

Ez azonban csak az egyik és nem is a legnagyobb problémánk. Sok előadást együtt hallgatunk meg, majd elemezzük a hallottakat. Tisztelet a kivételnek, de igen gyakran arra a következtetésre jutunk — legalábbis az a látszat —, hogy egy-egy tudós szerint csak az Ő tudománya létezik, vagy legalábbis csakis az Ő tudománya a fontos. Úgy beszél a saját szakterületéről, a saját szemléletéről, mintha más nem is létezne. Nagyon tanulságosak ezek az előadások és meggyőzők is lennének, ha... Ha utána nem következnék egy másik, hasonlóan tanulságos, hasonlóan meggyőző (és hasonlóan elfogult!) előadás. Melyik az igazi?... Az én tudásom nem elég ahhoz, hogy ítélni, gyermekem választásában segíteni tudjak. (Mellesleg hasonló érzésem már nekem is volt az iskolában: mintha a szaktanárok nem is tudnának egymásról, mintha a szaktantárgyak között semmilyen kapcsolat sem lenne, azon kívül, hogy mindegyiket *ugyanannak* a diáknak kell megtanulnia!) Újra a Faust jut az eszembe: „*Az eszmeszálak szétszakadtak, tudásból is csömör fakad csak*". Igaz lenne? Ugye rosszul látom? Az én hibám csak, hogy nem veszem észre és így nem is tudom megmutatni az „eszmeszálakat", amelyek a tudást *egységgé* kötik össze?!

És végül: ha megtanulná a tudományos nyelveket, ha megismerné a tudományokat összekötő szálakat, mint a mondabeli Damoklész kardja lebegne a feje felett a gondolat: mindez hiába... amit ma megtanulsz, holnapra elavul! Naponta hallható, hogy a tudásanyag felezési ideje „ennyi-meg-ennyi év". Az időtartamokon még vitatkoznak, van aki 5, 7, esetleg 10 évet mond, de abban minden nyilatkozó egyetért, hogy időnként ki kell dobni ismereteinknek egy jó részét, mint használhatatlan limlomot.

Kidobni könnyű, de mit tegyünk a helyére?

Hallottam, hogy napjainkban évente többmillió szakcikk jelenik meg, a nyomtatott könyvek száma pedig meghaladja a százmilliót. Ezek közül kell pótolni a kidobott ismereteket? De ki tud ilyen betűrengetegben tájékozódni? Ki képes kiválogatni ebből azt, ami új, fontos, hasznos, és így tovább???

Lehet — és érdemes — ilyen körülmények között szakmát választani? Vagy fogadjuk el Lucifer tanácsát az Ember tragédiájából?

Hát hagyjatok fel az okoskodással,
Minden dolognak oly sok színe van,
Hogy aki mindazt végigészleli
Kevesebet tud, mint első pillanatra,
S határozatra jőni rá nem ér.
A tett halála az okoskodás.

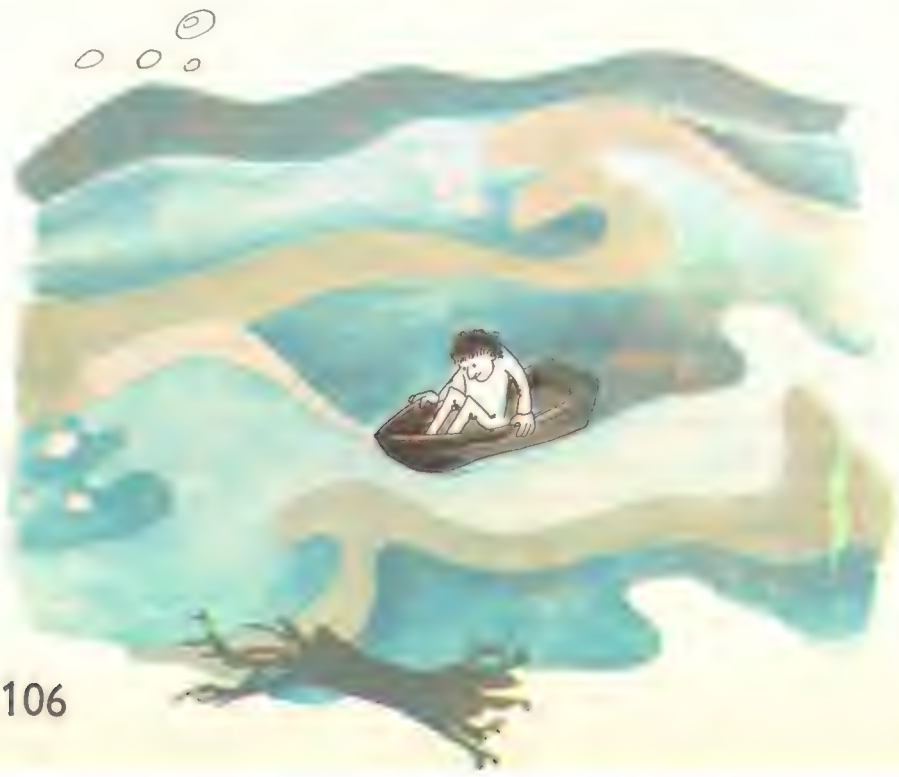
Itt következnék a levélben a befejezés és aláírás, de ezt most elhagyhatjuk.

A képzeletbeli levélíró gondjai nem alaptalanok. Tény, hogy a tudomány egyre jobban szakosodik, kialakulnak a tudományos szaknyelvek; az idő „gyorsul", bekövetkezik az információrobbanás. Legalábbis ez az *egyik* oldala a fejlődésnek. Az az oldala, amelyről — manapság — többet beszélnek. De van a fejlődésnek egy *másik* oldala is. Ismerkedjünk meg vele.

2. Itt az „özönvíz"?

Hosszú az út a Dunán, Budapesttől a Fekete-tengerig. A méltóságteljesen úszó hajó fedélzetén a véletlenszerűen összekerült emberek nemcsak a tájban gyönyörködnek. Hamar összeismerkednek egymással és beszélgető csoportok alakulnak ki. A fedélzet egyik sarkában éppen a végtelen vizek szépségéről csevegtek. Ellenvélemény is akadt:

— Én félek a víztől! No nem azért, mintha nem tudnék úszni! De amikor nagy folyót vagy tengert látok, egy régi gyermekkori álmom jut eszembe: Kis csónakon



játszottam egy békés kis patakocska hullámain. Kapitánynak képzeltem magam és hangos parancsszavakkal irányítottam „hajómat". Nemlétező legénységem engedelmesen követte minden utasításomat. Egyszerre csak a víz hirtelen emelkedni kezdett: egyre szélesebbé és gyorsabbá vált a patak. Hamarosan elvesztettem uralmamat a csónak felett; a folyóvá dagadt áradat magával ragadott. Az evező — amivel eddig tengerész módjára irányítottam „tengerjáró hajómat" — gyufaszállá zsugorodott össze. A víz viharosan hullámzott, felborulással fenyegetve csónakomat. Evezésről szó sem lehetett, görcsösen kapaszkodtam, rábízva magam a háborgó elemekre. A part már nem látszott, a folyóból tenger lett; mindenütt csak víz, víz, víz... Nem tudtam: merre és hová? Kijutok-e egyáltalán ebből a kilátástalan helyzetből?...

— És?

— Kijutottam! Anyám ugyanis felébresztett és így „megmenekültem". De az emlék azóta is előtör, valahányszor hajóra lépek.

— Tudják, nekem is volt (és van) ilyen érzésem, de nem akkor, amikor vizet látok, hanem amikor az ún. „információrobbanásról" hallok.

Értetlenül néztek a közbeszólóra: mi köze a víznek az információrobbanáshoz? Ő azonban tovább folytatta:

— Tudom, hogy minden hasonlat sántít, de ehhez a rossz álomhoz igencsak hasonlít az a kép, amit az újabb és újabb ismeretek végtelen áradata fest elénk. Korábban, a nyugodt és békés múltban, még patakocskákban csörgedezett a „tudás vize". Ki-ki kedvére meríthetett belőle; a „víz" felszíne nyugodt volt: nem volt túl mély, nem volt túlságosan széles. Nem kellett félni az elmerüléstől. Aztán a XX. században bekövetkezett valami borzasztó dolgog: a kis patak hirtelen, robbanásszerűen megáradt. Az ismeretek olyan rohamosan növekednek, hogy az ember már a saját szakterületének fejlődését sem tudja nyomon követni. Az „információözön" menthetetlenül magával sodor mindent és mindenkit. Ki tudja merre és hová? Kijutunk-e egyáltalán ebből a kilátástalan helyzetből? Vagy ez is csak egy rossz álom és majd „Anyuka" felébreszt bennünket?

Parázs vitát váltott ki ez a hasonlat:

— Jobb lenne talán visszamenni a tudatlanság „sekély vizébe?" Akkor megszűnik a „kilátástalanság"?

— Nem a tudatlanságot sírom vissza, csak azt az időt, amikor az ember még képes volt tájékozódni a felhalmozott tudásanyagban.

— Talán égessük el a könyveket, hogy ne kelljen annyit tanulni?

— Nemcsak a könyvek tengere ijesztő számomra, de szinte örvényszerűen húz le az a rengeteg információ, ami nap, mint nap ér: az újság, a rádió, a televízió. Eszembe jut egy mondás: „Az emberiség eddigi találmányai növelték az emberek szabad idejét; s aztán jött a televízió!"

— ...ami az ember szabad idejét elveszi! Ugye ezt akarja mondani?! Pusztítsuk hát el a tv-t, meg a rádiót, hogy ne kapjunk annyi információt?

Eddig csak hallgattam a vitát, de most már nem álltam meg szótlanul:

— *Az árvíz és az információáradat hasonlata valóban sántít, de ha már szóba került: a félelmetes árvizek ellenére az emberek mégsem hagyják ott végleg a folyók partját. Miért éppen a nagy folyók mentén alakulnak ki az első városok, az ősi kultúrák?*

Peregtek a válaszok:

— Mert víz nélkül nincs élet...

— Mert a vízi közlekedés már az ókorban is segítette az embert...

— Mert csak vízben gazdag területeken lehet elegendő élelmet termelni...

— Mert a víz, ha időnként pusztít is, de hasznot hoz az emberiségnek.

— *És belenyugszik az ember abba, hogy az áradat időnként elpusztítja házait, termését?* — kérdeztem.

— Nem! Gátat építenek, szabályozzák a folyókat...

— ...hatalmas tárolók fogják fel a vizet, megakadályozzák a hirtelen áradást és megnövelik az öntözhető területet...

— ...és vízerőműveket is telepítenek...

— ...meg üdülőterületeket alakítanak ki a tározók partján.

Egyikük ezt már megunta:

— Ez mind szép, de mi köze mindennek a vitánkhoz?

— *Kis türelmet kérek! Az információrobbanás és az árvíz közötti hasonlatot nem én kezdtem, de azért érdemes végigvinni a gondolatot. A gátak, a tározók tehát megfékezik a háborgó elemet. Vajon megelégedhetünk azzal, hogy ezeket megépítettük?*

— Nyilván nem. Újabbakat kell még építenünk, hiszen nincs még minden folyó „megfékezve".

— *Ez is igaz; de a meglevő építményekkel már semmi dolgunk sincs?*

— Dehogynem! Valamennyit gondozni, ápolni kell. A gátakat rendszeres karbantartással védik a gátszakadástól...

— ...és ez nemcsak „foltozást" jelent, nemcsak a már szivárgó részek betapasztását. Tartós, szilárd falakat építenek, felkészülnek a további áradásokra is...

— ...A folyóban sok a hordalék, ami — ha nem biztosítjuk rendszeres eltávolítását — a tározóban lerakódik...

— ...és a tározó eliszaposodhat...

— ...a tározó elszennyeződhet, ha nem tisztítjuk...

— ...a tározóból időnként le kell engedni a felesleges vizet...

Megköszöntem a válaszokat és most én kértem: térjünk vissza az információrobbanáshoz. Az információ özönvizének „prófétája" tényekkel támasztotta alá véleményét:

— A nyomtatott szöveg óceánja ma már akkora, hogyha rendeletileg betiltanák a további könyvkiadást és képesek lennénk naponta legalább egy könyvet elolvasni, akkor sem jutnánk el még százezer év alatt sem a leírt szövegek végére.

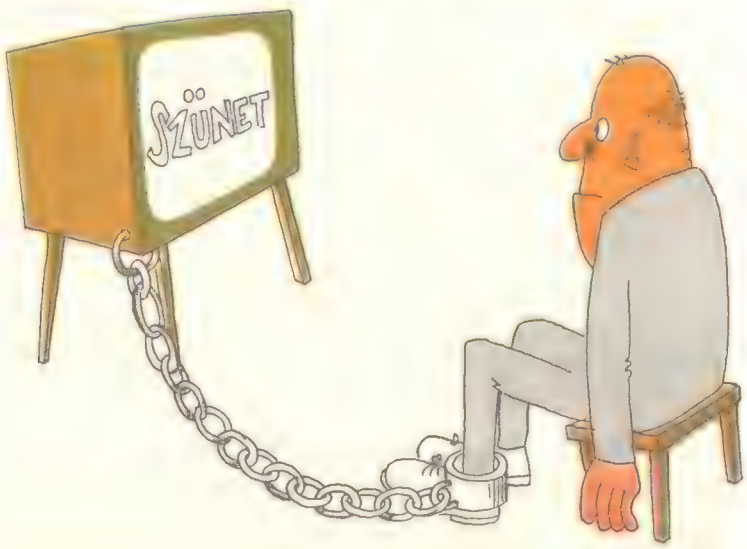
— Ez igaz, de nem kell mindent elolvasni.

— Nem is lehet, de még így is reménytelen megbirkózni ennyi ismerettel.

— Akkor hagyjuk abba és sodorjon az „ár" amerre akar?

— Nem lehet ezt az áradatot gátak közé szorítani?

— *De lehet, és kell is! Csakhogy a „gátnak" az ember agyában kell lennie és inkább iránytűnek, térképnek nevezném. Az információkat nem lehet válogatás nélkül beengedni a fejünkbe, mert akkor ott lesz özönvíz. Az az ember, aki reggeltől-estig, válogatás nélkül végignézi a tv minden műsorát, nem élvezője, hanem rabja a képernyőnek.*



— Azt hiszem az „iránytű" már nem elegendő.

— *Vagyis: tározókra is szükség van!*

— Azon meg mit értsünk?

— *Olyan eszközöket, amelyekkel az ismereteket el lehet raktározni, hogy akkor használjuk fel őket, amikor szükségünk van rájuk...*

— ...mint a víztározóknál a vizet: akkor, oda és annyit engedünk, amikor, ahol és amennyi hasznosítható.

— *Ismétlem: nagyon durva a hasonlat víz és az információ között, de még azt is hozzátehetjük, hogy ahogy a tározók partján üdülhetünk is: a jól tárolt ismeretek „partján" is szórakozhatunk, élvezhetjük az ismeretek vizét, ha rendszeresen tisztítjuk, nem engedjük eliszaposodni, elszennyeződni.*

Későre járt már, ideje volt nyugovóra térni. Lezártam a vitát:

— *Maradjunk egyelőre annyiban, hogy gátak és tározók nélkül nem lehet védekezni az árvíz ellen; az információáradat ellen sem. Ha nem fejlődtek volna ismeretekkel együtt a rendszerező képesség és az ismeretek tárolásának eszközei, már régen bekövetkezett volna az „özönvíz".*

3. A képtől a betűig

Szűkszavú vitazáróm nem túl meggyőző? Akkor folytassuk más stílusban!

Mindenképpen el kell jutnunk odáig, hogy az „özönvíz"-től, az „információrobbanás"-tól való félelem elmúljék. Nagyon lényeges, hogy megértsük: nem *félni* kell a megnövekedett ismeretektől, hanem meg kell tanulni azt okosan *rendszerezni, tárolni* és *felhasználni*. Az emberiség fejlődését nemcsak a tudásanyag állandó növekedése jellemzi, hanem az is, hogy az ismereteket egyre fejlettebb eszközökkel és rendszerben tudja tárolni. Az információtárolás eszközeinek fejlődése nélkül már régen válságba került volna az emberiség kultúrája!

Válságban a barlangrajzolás

Az Altamira barlangban (amely a mai spanyolországi Santillana de Mar közelében van) komor hangulatban ülték körül a tüzet a törzs vénei: Ár-Tész, Ká-Osz, Hér-Osz és Ho-Mo.

Ho-Mo Az istenek csodálatos ajándéka, hogy apáink tudását gyermekeinknek át tudjuk adni. Ha nem lenne olyan ügyes testvérünk, mint Ár-Tész, aki barlangjaink falára varázsolja a vadászatot, nem tudnánk késői utódainknak is megörökíteni: hogyan ejtettük el a bölényt, a vaddisznót.

Ár-Tész Túlzol testvérem! Én csak szerény képírója vagyok a Ti hőstetteiteknek.

Ho-Mo De milyen képíró! A falra írt képeid szinte megelevenednek.

Ár-Tész Csak azt teszem, amit Apámtól tanultam. Ő tanított meg arra: hogyan örökítsem meg a vadászat jeleneteit...

Ká-Osz Már nem sokáig! Minden falat telefirkáltatok! Nincs ember, aki mindezt megismerhetné. És fal sincs több! Abba kell már hagynotok a festést!

Ár-Tész Éppen ezért kérem bölcs tanácsotokat. Sok mindent kell még közölnünk gyermekeink gyermekeivel. Vadászataitokon minden nap újabb és újabb tapasztalatokat szereztek. Ezeket meg kell örökíteni, ha nem akarjuk, hogy utódaink mindent elölről kezdjenek. Mondjátok meg, mit tegyek?

Ká-Osz Hagyd abba és foglalkozz valami hasznos dologgal! Tanuld meg végre, hogyan kell egy csapással leteríteni a bölényt!

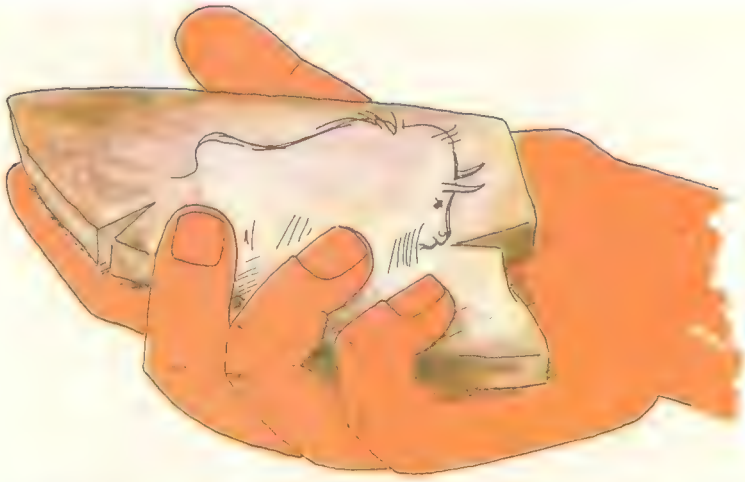
Ho-Mo Azt már nem! Sok köztünk a jó vadász, a jó harcos, de amit Ár-Tész tud, azt egyikünk sem tudja, csak Ő és gyermekei. Meg kell találnunk a módját, hogy tovább tudjanak tanítani és arra is megtanítsák fiainkat: hogyan lehet tudásunkat képekben rögzíteni.

Hér-Osz agyában már megszületett a megoldás.

Hér-Osz Nem messze tőlünk idegen horda tanyázik, jó barlangokban. Öljük meg őket, foglaljuk el barlangjaikat és akkor lesz elég fal, még unokáinknak is.

Ho-Mo Nem! Ezt nem tehetjük! Senkit sem szabad megölnünk csak azért, hogy legyen hová rajzolni. Ne feledjétek: a harcban közülünk is sokan elpusztulnának. Meg aztán: előbb-utóbb az a fal is elfogyna és akkor unokáink, vagy unokáink-unokái újra harcba induljanak? Más kiutat kell találnunk.

Némán meredtek a tűzbe. Hosszú hallgatás jelezte tanácstalanságukat. Ár-Tész is elábrándozott, szórakozottan játszadozva a keze ügyébe került fa- és kődarabokkal. Nem is figyelt arra, mit csinál. Hirtelen Ho-Mo ajkát artikulátlan kiáltás hagyta el, kikapva Ár-Tész kezéből egy falapocskát. Mindenki rámeredt, de ő szólni sem tudott, csak ujjával mutogatott a fadarabra. Ká-Osz és Hér-Osz egy pillanatig



döbbenten nézték, majd felugrottak és vad győzelmi táncba kezdtek. Ár-Tész még akkor sem értette örömüket, amikor kezébe nyomták „művét": A falapocskán néhány vonallal, nagyon vázlatosan, de felismerhetően ott volt a bölény képe.

Ár-Tész Csak nem ezzel akarjátok helyettesíteni a barlangrajzokat? De hiszen ezt nem lehet kiszínezni; erre nem lehet olyan jeleneteket ábrázolni, mint a falainkra...

Ho-Mo Az igaz, de erdeinkben annyi fa van, amennyit csak akarsz. És ezeket a rajzokat az is elkészítheti, aki nem olyan nagy művész, mint Te vagy. És ezeket a rajzokat magunkkal vihetjük, velük a szabad ég alatt is taníthatjuk gyermekeinket. És ezeket a rajzokat elküldhetjük szomszédainkhoz, üzenhetünk nekik...

Ár-Tész De a fa eltörik, elporlik, éléghet. És akkor nyoma sem marad üzenetünknek.

Ho-Mo Talán kőlapokra vagy csontra nem tudnál ugyanilyen rajzokat vésni?

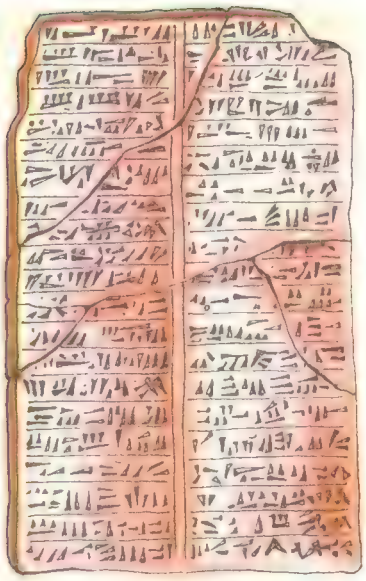
Ár-Tész Ehhez már nem kell művészet, ezt akárki megteheti. Meg akarjátok szüntetni az Ár nemzetség kiválasztottságát?

Ho-Mo Nem, testvérem, Te és utódaid folytathatják és folytatni is fogják csodálatos festészetedet. De amit most mutattál nekünk, abban éppen az a csodálatos, hogy egyszerű: mindenki megtanulhatja...

Nem folytatom mesebeli hőseink vitáját, mert még írás közben is félelmetesnek tűnt az a gondolat, hogy a képírás olyan egyszerű, hogy mindenki megtanulhatja. Mit szólnának diákjaink, ha az ábécé helyett a sumérok ékírását vagy az egyiptomiak hieroglifáit kellene az írásórákon elsajátítaniuk. (A kínai diákoknak ma sem lehet könnyű dolguk!)

Ár-Tész és barátai persze csak képzeletem szülöttei. Azt sem tudjuk, hogy mikor és hogyan kezdett az ember barlangrajzok helyett (vagy inkább azok mellett!) egyszerű vonalakkal gondolatokat rögzíteni. Hosszú évezredes fejlődés eredményeképpen azonban több helyen is elterjedt a képírás, az ismeretek tárolásának eszközeként.

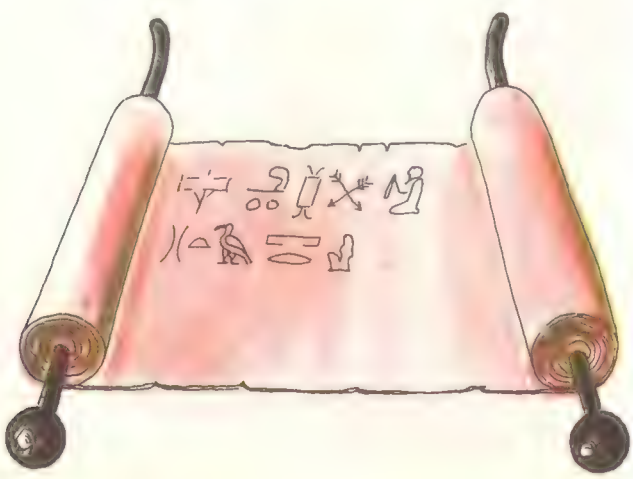
A babilóniaiak és a sumérok nedves agyagba vésték hegyes pálcikákkal jeleiket, majd az agyagot kiégették. (1848-ban, Ninive romjainak feltárásakor egy harmadfélezeréves könyvtár mintegy 60 000 agyagtábláját találták meg.)



Az egyiptomi „szent-írás”, a hiero-glifa jelei kezdetben csak kő- és elefántcsonttáblákra kerültek. Később felismerték, hogy a Nílus mentén termő papirusznövényt is fel lehet használni ismeretek tárolására.

A növény belét széles csíkokra vagdalták. Két réteget helyeztek egymásra, egyet kereszt-, másikat hosszirányban. A növény nedve természetes ragasztóanyagként fogta össze a két összepréselt réteget. Lisztből, vízből és ecetből készített enyvvel itatták át, majd kiszárították. Kagylóval, csonttal addig csiszolták, amíg teljesen sima felületű nem lett. Erre a papiruszra festették az írásjeleket, majd összetekerve hengeres tokba helyezték. Olyan tökéletes technológiával dolgoztak, hogy az ásatásoknál előkerült 3000 esztendős papirusz tekercseken sem látható a rétegek felbomlásának legkisebb nyoma. (A híres alexandriai könyvtárban több mint 70 000 ilyen tekercs volt. Ezeket nem az idő vasfoga, hanem a tűz és háború pusztította el!)

A papirusz kiváló könyvanyag volt, a papirusz tekercseken hatalmas mennyiségű ismeretet lehetett tárolni. De a fejlődés ezt is túlhaladta, és érdekes módon a papiruszkorszak hanyatlásában a papirusznak volt a legnagyobb szerepe!



Válságban a könyvírás

„A válságot nem kerülhetjük el, be kell szüntetnünk a további könyvek írását!" — kezdte beszámolóját a kulturális miniszter, majd így folytatta: „Ismeretes, hogy könyvet csak papirusztekercsre lehet írni, másféle anyag könyvírásra alkalmatlan, hacsak nem újra kőbe akarnánk vésni tudósaink műveit. A papirusznád, amelynek lefejtett háncsából készítik a tekercseket, csak Egyiptomban terem. Minden kísérletünk, hogy e növényt hazánkban meghonosítsuk, sikertelen maradt. Így már eddig is teljesen ki voltunk szolgáltatva az egyiptomi szállításoknak. Amitől féltünk, most bekövetkezett: Egyiptom uralkodója betiltotta a papiruszkivitelt országunkba. Semmilyen áron sem hajlandó újabb tételeket szállítani. Nincs más kiút: a könyvírást be kell szüntetnünk!"

Néma csend fogadta a baljóslatú szavakat. II. Eumenész király szavai törték meg a csendet: „Nem azért építettük fel könyvtárunkat, nem azért hívtunk magunkhoz kiváló tudósokat, hogy most úrrá legyen rajtunk a ránk kényszerített papiruszválság. Addig nem nyugodhatunk, míg nem találunk olyan anyagot, amellyel a papiruszt helyettesíteni tudjuk. Holnap tanácsot tartok országom valamennyi tudósával."

Több mint kétezer évvel ezelőtt, a Kisázsiai Pergamon (mai nevén Bergama) városában valahogy így játszódhatott le az a megbeszélés, amely után hosszú kutató munka kezdődött. Történelmi tény, hogy az egyiptomi Ptolemaioszok embargóval (az áruszállítás megtiltásával) akarták megfojtani a pergamoni kultúrát és az eredmény: a kultúra fellendülése lett. Borjú, kecske és juh bőréből állítottak elő vékony, hajlékony, sárgásfehér lapokat. A kiszárított és lecsiszolt bőrdarabokra kitűnően lehetett írni: megszületett a *pergamen*.

Az új anyag nemcsak pótolta a papiruszt, hanem újabb fejlődést is lehetővé tett. A papiruszt csak tekercsekben lehetett tárolni és csak egyik oldalára lehetett írni. Kezdetben a pergament is ugyanúgy használták, mint a papiruszt. Hamarosan rájöttek azonban arra, hogy mindkét oldalára lehet írni. Rugalmassága miatt nem kellett már kényelmetlen, hosszú tekercsekbe göngyölni; célszerűbb volt összehajtogatni és egybefűzni. Így született meg a mai könyvforma: a kódex.

A kódexírás igazi művészetté vált. Amikor kezünkbe kerül egy-egy ilyen remekmű és megcsodáljuk drágakövekkel ékesített kötését, az évszázadok után is színpompás kezdőbetűket, azt is tudnunk kell, hogy mindegyik kötet évtizedek munkájának volt gyümölcse.

A könyv az ismeretek tárolásának és terjesztésének legfontosabb eszközévé vált. Mintegy kétezer évvel ezelőtt, az ókori Rómában megszületik a könyvkiadás: hatalmas termekben többszáz rabszolga figyeli az emelvényen álló diktáló szavait és írja a pergamenre: így másolják a könyveket, fáradságos, nehéz rabszolgamunkával. Az értékes könyvek kezdetben csak a gazdagok tulajdonába kerülnek, de i. e. 39-ben megnyílik az első nyilvános könyvtár. (Négyszáz évvel később már 28 nyilvános könyvtár van Rómában.)

Válságban a könyvkiadás

Egyre többen tudnak írni és olvasni; hála az írásjelek egyszerűsödésének. Az állatrajzból kialakult vázlatos kép előbb szavakat, majd szótagokat jelöl, végül tovább egyszerűsödik egy-egy hang jelévé. A föníciaiak még csak a mássalhangzókat jelölik, tőlük veszik át az írást a görögök, bevezetve a magánhangzók jeleit is. A római birodalom ebből az írásból alakítja ki a mai európai írás alapját jelentő latin betűket. Ennek a fejlődésnek felbecsülhetetlen jelentősége van a modern kultúra egyik legfontosabb eleme, a könyvnyomtatás szempontjából.

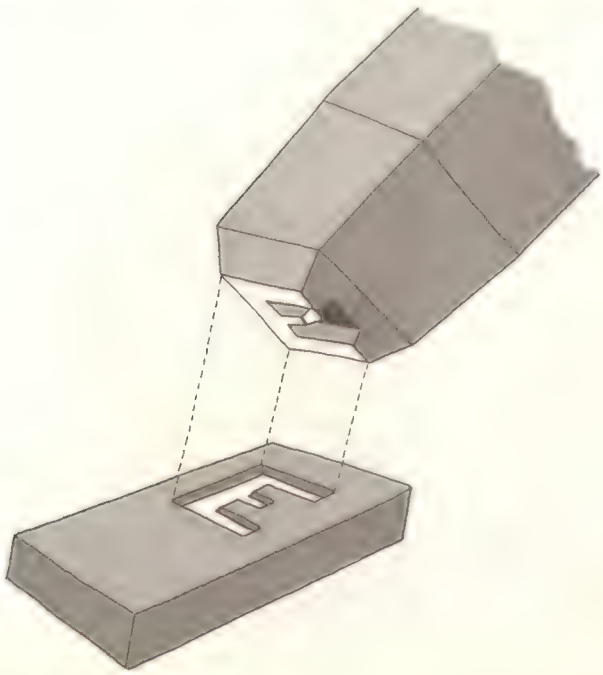
De addig még hosszú az út. Évszázadokon keresztül másolják a könyveket rabszolgák, majd szerzetesek, íródeákok. Sajátságos munkamegosztás alakult ki a másolóműhelyekben: az egyik csoport tagjai (a scriptorok) írták a szöveget. A másik csoportban (a rubricatorok) vörös tintával megjelölték minden bekezdés első betűjét. Ezután a könyv a miniator kezébe került, aki mínium festékkel (innen a nevük!) díszítette a kezdőbetűket. Egyre színesebbé és díszesebbé vált a kódex; a miniatúrák már nemcsak a kezdőbetűket ékesítették, hanem a szöveget is illusztrálták. Végül a kész szöveg a könyvkötő műhelybe került: a fatáblákból készített fedeleket nemes bőrrel vonták be, arany-, ezüst-, drágakő- és ötvösremekművekkel ékesítették. Egy-egy kódex valóságos kincs volt már az elkészítésekor is. Ma is látható az olasz Cesenában, a hollandiai Zutphenben vagy az angliai Cambridge-ben olyan könyvtár, amelyben a kódexeket láncokkal erősítették a polcokhoz, nehogy jába keljen valamelyiknek. Ilyen értékekkel csak a leggazdagabbak vagy a könyvtárak rendelkezhettek.

Hogyan lehetne a könyvkészítés fáradságos, hosszan tartó munkáját megkönnyíteni és meggyorsítani? A „hagyományos" módszer, a könyvmásolás olyan tökéletes szervezettséget ért el, hogy azon már újítani nem lehetett. Ismét egy válság?

Ugorjunk egy nagyot, a kétezer évvel ezelőtti Kínába, ahol (lényegében) a mai napig megmaradtak az ősi írásjelek. Itt selyemre és bambuszszeletekre írták a könyveket mindaddig, amíg i. sz. 105-ben Csaj-Lun fahéncsből, kenderből és rongyból nem készítette el az első papirost. A *papiros* feltalálóját a császár Lung-Ting hercegének nevezte ki; halála után tiszteletére templomot építettek és vallásos áldozatokkal hódoltak emlékének. A papírkészítés mestersége Kínából a tatárok és arabok közvetítésével a XIII—XIV. században jutott el a spanyolokhoz és terjedt el Európában. És vele együtt még valami: a játékkártya. Eleinte kézzel festették az egyes lapokat, később fába vésték a figurákat és a fatáblákról dörgölés útján készítették a lenyomatokat. A példát követve kezdenek szentképeket, bibliai idézeteket sokszorosítani. A fatáblákról készült nyomatokon egyre több a szöveg. Megjelenik az első, nem kézzel írott sokszorosított európai könyv: az ún. donatusok. (Alius Donatus a IV. században élt és latin nyelvkönyvét több mint 1000 évig használták.) Fáradságos munka volt a fatáblákra tükörírással (!) rávésni a könyv szövegét, de akkoriban megérte, mert utána sokszáz példányban lehetett a famintákról lenyomatot készíteni.

Ez lenne a kiút a könyvkiadás középkori válságából? Hisz ha ezzel a módszerrel akarnák az egyre növekvő könyvigényt kielégíteni, lassan már több fatábla-készítőre lenne szükség, mint amennyi ember él a Földön. Szakítani kellett a régi módszerrel.

A XIV. század utolsó évében, Mainz városában, Frielo Gensfleisch és Else Wyrich von Gutenberg házasságából fiúgyermek született, akit Johannes névre kereszteltek. Az ifjú felvette anyja nevét, kitanulta az aranyműves és pénzverő mesterséget. Erősen foglalkoztatta a táblanyomtatás. Tisztán látta, hogy ezzel a módszerrel csak kisméretű könyveket lehet készíteni, amelyek nem vehetik fel a versenyt a kódexekkel. Olyan betűkre volt szükség, amelyek összerakhatók és szétszedhetők, amelyekből, mint elemekből összeállítható a könyv nyomótáblája. Sok-sok betű kellett és ezeket nem lehetett egyenként kivésni: ez túlságosan költséges, hosszadalmas és tökéletlen lett volna. Gutenberg felismerte, hogy — a pénzérme készítéséhez hasonlóan! — elegendő, ha minden betűtípusból csak egy, acélba met-



szett bélyegzővasat készít. Ezt sima rézlemezre ütve matricát hozott létre és ebbe a matricába öntött ólommal állította elő betűit.

Gutenberg csak a kódexmásolás hosszú és nehéz munkáját akarta helyettesíteni. Első könyvei és a kódexek között — első pillantásra — nehéz különbséget tenni. Jellemző, hogy 1462-ben egy — talán az első — könyvügynök úgy adott el több példányt a 42 soros Bibliából, mintha kézzel írott könyvek lennének. Még a francia király is vett egyet. Később a nyomtatott könyvek egyre jobban eltértek a kódexektől. A betűk egyszerűbbé váltak, a díszes kezdőbetűk teljesen megszűntek. Helyettük egyre több az illusztráció, a tartalommal összefüggő szövegközti kép és képes melléklet.

Itt is megfigyelhetjük a technikai fejlődést oly sok esetben jellemző folyamatot: Az újítás kezdetben „csak" annyi, hogy a régit helyettesítsék, pótolják hozzá hasonló, de termékenyebb, hatékonyabb eszközzel. Az új eszköz használata során azonban kiderül, hogy azzal nemcsak a régi eszköz pótolható, hanem új igényeket is ki lehet elégíteni. A kódexpótló dísznyomásokból így alakul ki a tömegméretű könyvnyomtatás, sőt — a kézírásos korszakban elképzelhetetlen — újságnyomtatás is.

Válságban a könyvnyomtatás

A rohamos fejlődés ismét válságot okoz, mégpedig kettős válságot.

Fogytán a *nyersanyag:* a XVIII. század végén már annyi könyvet adnak ki, hogy „elfogy" a papiros; egyrészt nem áll rendelkezésre elegendő rongyhulladék, másrészt — ha lenne is elegendő rongy — a papírmalmok termelékenysége igen alacsony, nem tudnak elegendő papírt gyártani.

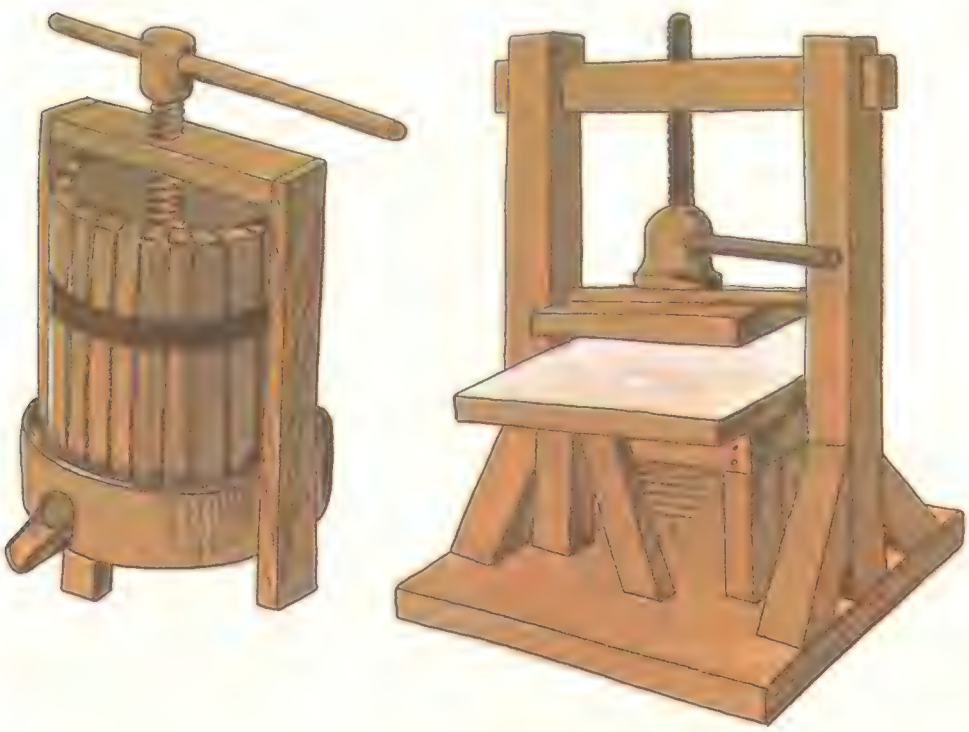
A másik válság a könyvnyomtatás *módszerében* jelentkezett. Több mint háromszáz évig uralkodott a Gutenberg által feltalált kézisajtó, amely — korabeli írások szerint — a szőlőprés mintájára készült. Ez óriási előrelépés volt a korábbi, a papírlapokat egyenként a mintára dörgölő eljárással szemben, de a XVIII. század nyomtatási igényeit már nem tudta kielégíteni. Ezt a válságot oldották meg elsőnek. A XIX. század elején egy német nyomdász, König feltalálta a gyorssajtót. Utána nem sokkal megszületett a tégelysajtó, majd a rotációsgép. Igenám, de ezzel még csak fokozódott a nyersanyaghiány. A kézisajtón naponta mindössze néhány ezer lapot lehet kinyomtatni, a rotációsgép óránként dob ki magából több tízezer lapot.

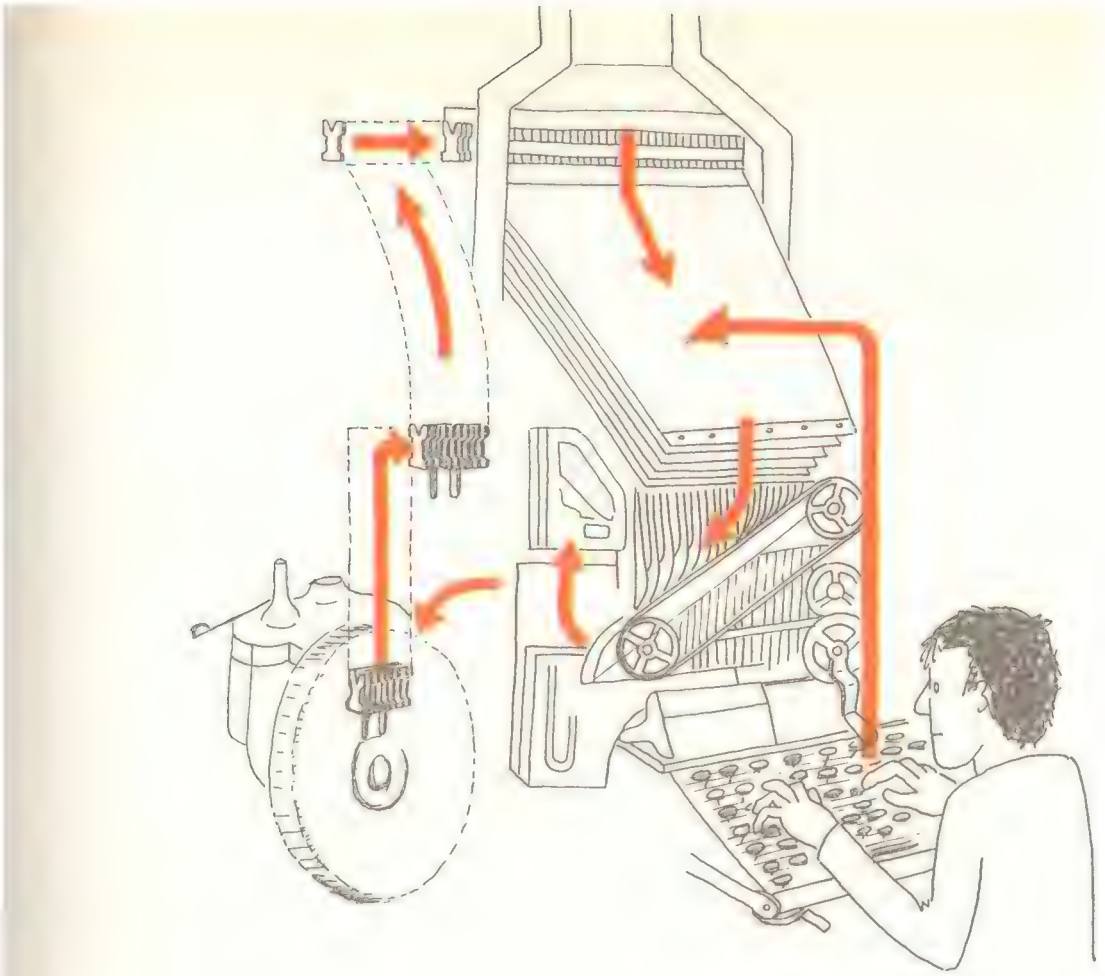
Mi lesz a gyorsnyomtató gépekkel, ha nem biztosítják a papírellátásukat? „Éhen halnak" a technika vívmányai?

1840-ben egy szászországi könyvkötő, Gottfried Kellner találta fel a megoldást. Sokat gondolkodott a papirosgyártáson, még akkor is, amikor kikapcsolódásként sétált az erdőben, figyelve a növényeket és állatokat. Feltűnt neki, hogy a darazsak „lakóhelyét" papiroshoz hasonló anyag borítja. Megfigyelte, hogy a kis rovarok ehhez lerágott fenyőrostokat használnak fel. Utánozzuk a természetet! Hosszú kísérletezés után megszületett az első, fából készített papiros. Az első időben a lapok még törékenyek voltak és hamar megbarnultak, de ezen már rövidesen segítettek. A válság megoldódott.

Legalábbis egy időre. Most már volt nyersanyag, működtek a gyorsnyomtató gépek, de... Ki győzte ellátni betűkkel a gépeket? Egyre több és több szedőmesterre volt szükség és — ha a jövőt akarták volna megjósolni — kiszámíthatták, hogy a XX. században minden élő embernek szedéssel kell foglalkoznia, másként nem lesz mit kinyomtatni.

Válságban a könyvnyomtatás! És megszületik a megoldás: 1822-ben egy kezdetleges szedőgép már mutatja a megoldás irányát. 1885-ben pedig létrejön a „lino-





type", amely az akkor már ismert — igaz, hogy kezdetleges, de működő — írógépet egyesíti a betűszedés, öntés és sorrendezés műveleteivel. Innen már töretlenül halad a nyomdaipar fejlődése a mai korszerű, számítógéppel segített nyomdaüzemekig. Mit szólna Gutenberg, ha látná, mivé fejlődött a szellem, amit Ő szabadított ki a palackból? Újságok, folyóiratok, könyvek milliói hagyják el nap mint nap nyomdáinkat.

És újra válságba kerültünk? Most már nem az információkat tároló könyvek előállítása, hanem befogadása és tárolása lesz a szűk keresztmetszet?

Erről beszélgettünk egyik előadásom után néhány hallgatómmal.

4. A csontsíptól a magnetofonig

Amikor információtárolásról beszélünk, nemcsak a nyomtatott szövegre kell gondolnunk. Nemcsak írott szöveggel vagy beszéddel lehet információt közölni. Csak emlékeztetek arra, hogy találtak már olyan csontból kifúrt sípot is, amely 25 000 évnél idősebb.

— Hogy kerül ide a hangszer? Hiszen az információk tárolásának eszközeiről beszélünk! A hangról pedig már a régi rómaiak is azt tartották, „a szó elrepül, az írás megmarad".

— Igaz, legalábbis igaz volt mindaddig, amíg nem tanultuk meg rögzíteni a hangot is. Ennek pedig hosszú története van, s e történet a csonthangszerekkel, a csontfűrésszel és a csontsíppal kezdődött.

— Hangszerekkel nem lehetett szavakat visszaadni, csak hangokat!

— *Talán a hangnak nincs információhordozó tulajdonsága? Nem lehet hangokkal jeleket adni, mégpedig különböző jeleket? Nemcsak a tam-tam dobok üzeneteire gondolok, hanem a zenére is, ami érzéseket, egész gondolatsorokat képes kifejezni.*

— A zene gondolatai azért mások, mint amit a beszéd vagy az írás közvetít.

— *Ezen most nem vitatkoznék. A lényeg az, hogy a zenei hang is alkalmas információ közlésére.*

— De nem alkalmas az információ *rögzítésére!*

— *Azért ezt nem mondanám ilyen határozottan. Talán nem lehet többször is ugyanazt a zenét, a hangok ugyanolyan egymásutáni sorozatát visszaadni?*

— Ahhoz nem elegendő a hangszer, az önmagában halott. Az is kell, aki azt megszólaltatja, életre tudja kelteni.

— *Önmagában a könyv is halott. Az ifjú Dumas írja: „Az a mű, amelyet elolvasnak: él; amelyet másodszor is elolvasnak: megmarad". A könyvhöz is kell az, aki életre tudja kelteni a holt szöveget.*

— A betűket ma már minden művelt ember ismeri, a könyvek olvasásához nem kell különösebb művészet.

— *Valóban egyre kevesebb az írástudatlan, de nem is olyan régen az emberek túlnyomó többsége még az volt. Sokkal többen tudtak hallomásból, emlékezetből énekeket visszaadni, mint írni és olvasni.*

— Mégiscsak más dologról van szó. A könyvet minden írni-olvasni tudó elolvashatja, anélkül, hogy valaki előbb felolvasná a szöveget. A dallam viszont csak „szájról-szájra" terjedhet.

— *Amíg nem rögzítették hangjegyekkel a zenét is. A kottákból minden „írni-olvasni tudó" — vagyis a hangjegyeket ismerő — ember megtanulhat olyan dallamot is, amelyet sohasem hallott.*

— A kotta hangjegyeiből csak akkor lesz zene, ha az előadóművész is hozzáadja saját egyéniségét.

— *Miért? Egy vers előadásánál talán nincs szükség a művész saját egyéniségére?*

— Nem kívánom vitatni, hogy a hangjegyek valóban tárolják, rögzítik a zenét, de csak úgy, ahogy a betűk rögzítik, tárolják a beszédet. Egyiket sem tekinthetjük azonban a *hang* rögzítésének.

— *Ezt nem is állítottam. Egyik kedvelt gyermekkori mesém hőse, a hazudós Münchausen báró ugyan már régen „megoldotta" a hang konzerválását: befagyasztotta a postakürtbe a hangot és az csak akkor tört elő, amikor a kürtöt újra felmelegítette. Nem egészen ezen az úton jutottunk el a hang rögzítéséig.*

— Úgy tudom, hogy már Kepler írt arról, hogy „a hangot is lehet tárolni"!?

— *Mások is. Csak éppen azt nem tudták:* **mi** *a hang. Mindaddig, amíg ezt a tudomány nem tisztázta, a hang rögzítése csak az álmok és mesék birodalmában élt.*

— Miért? Talán az írás kialakulását is tudományos elemzés előzte meg? Az eddigiekben éppen arról volt szó, hogy a technikai fejlődés sokszor megelőzte a tudományok fejlődését; évszázadokig megélt a korábbi kézműves tapasztalatokból és azok továbbfejlesztéséből. A fából készített papír feltalálásához sem kellett előbb a tudománynak tisztáznia a fa és a papír tulajdonságait.

— *Valóban: hosszú ideig külön utakon haladt a technika és a tudomány fejlődése és kicsiny volt közvetlen egymásra hatásuk. Inkább a technikai ismeretek segítették elő a tudományok fejlődését, s nem fordítva. De arról is szó volt már, hogy mennél bonyolultabbak a megoldandó feladatok, annál inkább szükség van a tudományok* **közvetlen** *segítségére. A hangrögzítő berendezés is csak vágyálom lehetett mindaddig, amíg a fizikusok fel nem ismerték, hogy a hang: rezgés. Itt is — mint annyi más területen — Galilei-nek köszönhető az első, valóban tudományos felismerés. 1638-ban írta:* „A hangmagasság a dobhártyát érő levegőlökések időegységre eső száma". *A levegő rezgésének mérése és regisztrálása ettől kezdve foglalkoztatta a fizikusokat. A XVIII. században már ismerték a hangvillát, de csak később jöttek rá arra, hogy kormozott üveglapra rárajzolható a rezgés képe.*

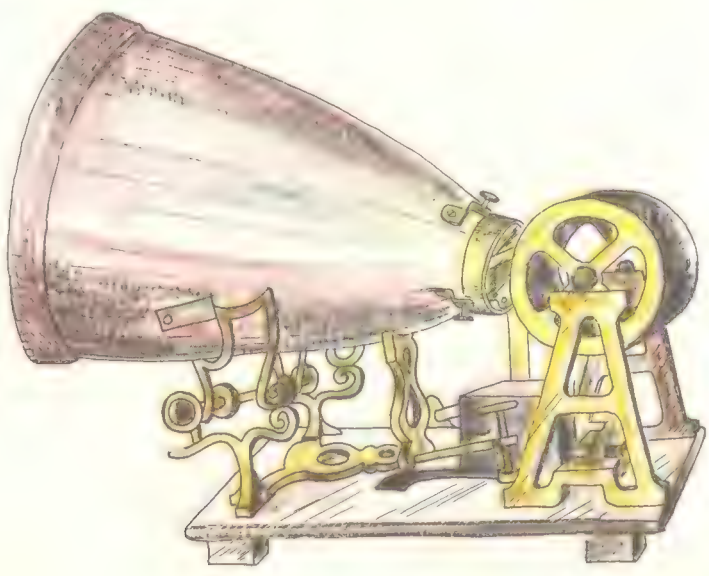
— És hogyan lett ebből a hangrögzítés?

— *Lényegében már ez is hangrögzítés, de folyamatos regisztrálást még nem tett lehetővé. Kézenfekvő volt, hogy a kormozott üveglapot kormozott papírcsíkkal helyettesítsék, majd a papírt egy hengerre feszítsék és a forgó hengerre rajzoltassák a befogott rezgő test rezgésképét. Ez volt* König *vibrográfja (rezgésírója).*

— Ezek szerint még csak nem is a beszéd vagy a zene hangját rögzítették?

— *Nem, ez csak akkor vált lehetővé, amikor (1859-ben!) Scott „kicsit" változtatott a műszeren: a befogott rezgő test helyére óriási tölcsér került , végén kis membránnal. Az emberi fül kagylójához hasonló tölcsér által összegyűjtött hang rezgésbe hozta a dobhártyához hasonló membránt. A membránon levő kis tű a hengeren levő papírra rajzolta a rezgést. Ez volt a fonautográf (hangöníró).*

— Ez érdekes, de még mindig csak műszer. Ebből a rezgésrajzból kevesen tudnák felismerni az eredeti hangot, beszédet.



— Valóban, de 1877-ben — tehát majdnem 2 évtizeddel később! — Edison már egy olyan készüléket mutat be, amelynél a tű nem kormozott papírra, hanem ónlemezre vési a rezgést. Ezzel nemcsak bekarcolta a rezgést, hanem arra is képes volt, hogy visszajátssza a hangot: a barázdákban haladó tű megmozgatta a membránt, az rezgésbe jött. És amikor munkatársai előtt a tűt a henger elejére helyezte, a készülékből felhangzott — sistergő, recsegő zajjal kísérve, de azért érthetően — a korábban elénekelt dal: Edison hangja.

— Edison tehát ellopta König és Scott ötletét?

— Szó sincs róla! (Még azt sem tudjuk, hogy egyáltalán ismerte-e a fonautografot.) Edison igazi feltaláló, zseniális és modern „technikus" volt. „Érezte a levegőben", hogy meg kell oldani a hang rögzítését — bár ő elsősorban irodai célokra, „diktafonként" akarta elterjeszteni — és erre a gyakorlati célra felhasználta és továbbfejlesztette korának fizikai ismereteit. Vitathatatlanul Edison érdeme az első hangrögzítés. De a fonográf használata közben kiderült, hogy a szerkezet tökéletlen: a hengerek könnyen megsérültek, a hangvisszaadás erősen torzított volt, a felvételek csak egyedi példányban készülhettek, másolásról szó sem lehetett.

— Úgy tudom, hogy kezdetben Edison nem sokat törődött találmányával. Inkább játékszernek tekintette.

— Valóban így volt, mindaddig, amíg nem jelent meg az erős versenytárs: a gramofon. Berliner 1887-ben szabadalmaztatott készüléke úgy viszonylott az edisoni fonográfhoz, mint a kódexek, vagy inkább a nyomtatott könyvek a papirusz tekercsekhez. A hengeres forma helyett körlemezt, ón helyett előbb cinket, majd celluloidot, később keménygumit használt. Most már a lemez mindkét oldalára lehetett „írni", és ami a legfontosabb volt: a hangfelvétel sokszorosítható volt. Létrejött a modern hanglemezgyártás közvetlen elődje. Igaz, még egy jó fél évszázadnak kellett eltelnie a modern, mikrobarázdás, sztereofonikus (újabban már quadrofonikus) hanglemezekig, a fóliákra préselt „beszélő könyvig".

— Nem hallhatnánk erről kicsit részletesebben? Engem határozottan érdekel a hanglemez története.

— *Akkor nagyon ajánlom Oldal Gábor: A vájtfülű kutya esete című, lebilincselően izgalmas könyvét (Zeneműkiadó, 1975), amely a hanglemez világtörténetét eleveníti fel. Csak annyit, hogy ez a történet is jól jellemzi a* „HASZNÁLAT → ÚJABB IGÉNY → TÖKÉLETESÍTÉS" *láncát, amiről korábban már (a szerszámfejlesztéssel kapcsolatban) beszéltünk. Témánk szempontjából egy másik fejlődési ág, a magnetofon nyomon követése most fontosabb.*

— Mennyiben nevezhető ez m á s i k ágnak; a magnó is a hangrögzítés eszköze.

— *Igaz, sőt: a hanglemez-használat során támadt igény kielégítésére született. Amikor már megszokták az emberek, hogy hangot is lehet konzerválni, mikor már millió-számra vásárolták a zenei és prózai felvételeket visszaadó hanglemezeket, erősödni kezdett az az igény, hogy maguk is, tetszésük szerint készítsenek (jó minőségű!) hangfelvételeket.*

— Akkor meg miért nem terjedt el a hanglemez-készítés?

— *Megfelelő minőségű hanglemezek készítéséhez bonyolult és igen drága berendezésekre van szükség, amelyek tömegméretű elterjesztésére még gondolni sem lehetett. Igaz, ma is van egyedi lemezkészítés (a budapesti* HANGSTÚDIÓ*-ban pl. bárki rendelhet magának hanglemezt), de a házi hangstúdió kialakításához más úton kellett eljutni.*

— Szóval ilyen értelemben beszélünk a fejlődés másik ágáról?

— *Igen, és itt is érezhető a fizika közvetlen hatása. A XIX. század végén, a XX. század elején rohamos fejlődésnek indult a fizika egy új tudományága, az elektrodinamika. Az elektromosság, az elektromágnesesség törvényeit egyre több technikai berendezésben alkalmazzák. 1876-ban találja fel Bell a telefont. Sikerül átalakítani a hangot elektromágneses rezgéssé és azt vissza hanggá. Kézenfekvő lenne ezt a mágnesességet rögzíteni.*

— A fonográf vagy a gramofon rögzítőrendszeréhez hasonlóan?

— *Ez nem volt járható út, mert — akkor még! — nem tudtak olyan kicsiny és erős mágneseket készíteni, amelyekkel mágneses barázdákat lehet „húzni" hengerre vagy lemezre. Vissza kellett nyúlni a hangregisztrálás régebbi módszeréhez: a papírcsíkhoz.*

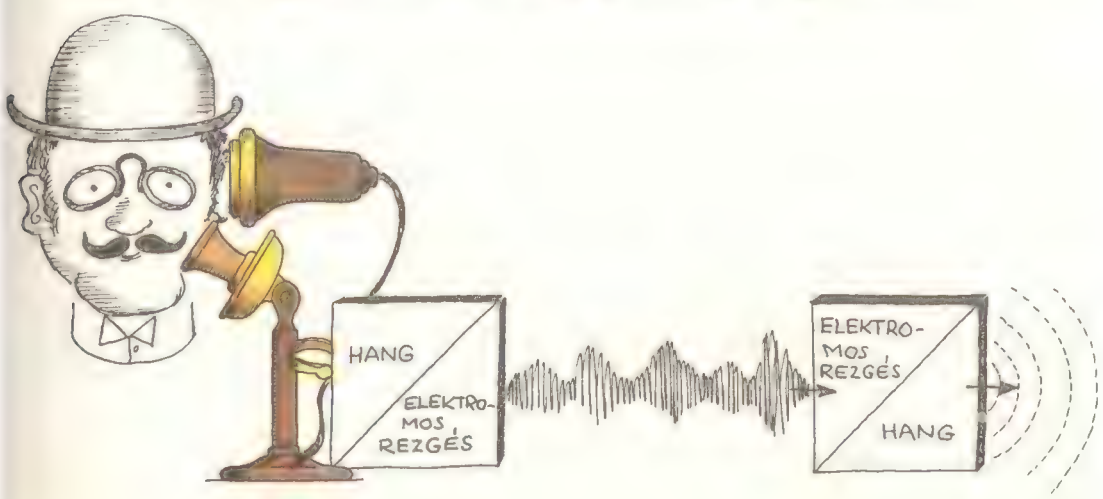
— Csakhogy a papírt nem lehet mágnesezni.

— *Nem is a papír, hanem a csík, helyesebben a szalag a lényeg. Poulsen, dán mérnök, 1898-ban készíti el a telegrafon-t, amely acélszalagra rögzíti a mágneses jeleket és ezeket egy lejátszófejjel hanggá alakítja vissza.*

— Ez lenne a magnetofon őse?

— *Igen, de érdekes módon évtizedekig háttérbe szorult a hanglemez mögött.*

— Úgy látszik, mégsem volt olyan erős az igény a házi hangstúdió iránt!



— Meglehet, de azért az is szerepet játszott ebben, hogy a szerkezet nem volt „erős"; igen gyenge és torzított volt a hangja. Csak a két világháború között vették elő újra ezt a találmányt, amikor már elektroncsöves erősítők is voltak. Acélhuzal helyett vasporral bevont műanyag szalaggal dolgoztak; a szerkezetet fokozatosan tökéletesítették. A II. világháború alatt már rendszeresen használtak magnetofont, bár csak az utóbbi évtizedek elektronikai fejlődése tette lehetővé a hordozható, kazettás magnetofon széles körű elterjedését, valamint a mágnesdobok és mágneslemezek felhasználását az információk tárolásában.

— Tessék? Mintha az előbb arról lett volna szó, hogy a fonográfhoz vagy a gramofonhoz hasonló mágneses hangrögzítés nem járható út!

— Nem volt járható út, századunk első felében és azt megelőzően. De ma már olyan mikromágneseket és érzékelőket tudnak készíteni, amivel hengerre vagy körlemezre is lehet mágneses jeleket „írni".

— Nem tudom, hogy kerül ez ide; én még nem láttam olyan magnetofont, amelyben szalag helyett henger vagy lemez lenne.

— Pedig van ilyen „magnetofon". A nagyközönség számára is elérhető formája az ún. diktafon, amely üzenetrögzítésre szolgál és a szöveg éppúgy törölhető, újraírható, mint a normál magnókon. Fontosabb azonban, hogy néhány évtizede még a mágneshengerek, napjainkban pedig a mágneslemezek — a nagy mágnesszalagok mellett — a számítógépek ún. háttértárolói, amelyeken programok és adatok — egyszóval: információk — óriási mennyiségét tárolják. (Egyetlen lemezre több mint 4000 könyvoldalnak megfelelő anyagot lehet rögzíteni.)

— Elnézést, de mintha keveredne a fogalmak. Az előbb még hangrögzítésről volt szó, most meg számok elraktározásáról, könyvanyag rögzítéséről...

— Nem értem: ki beszélt itt számok elraktározásáról?

— Ami a „számítógépek háttértárolója", az nem számok elraktározására szolgál?

— Ez a kérdés „megérne egy misét"! Igaz, hogy a számítógépek születéséhez az indítékot a matematikai számítások gépesítésének igénye adta, de ma már inkább logikai gépeknek kellene hívnunk őket: széles körű felhasználási lehetőségüket ez jobban jellemezné, mint a számítógép vagy számológép — félreérthető — elnevezése.

— Ezt tudom, de akkor sem értem, hogyan keveredik a számítógép a hangrögzítés eszközei közé?

— Nem hangrögzítésről, hanem információk rögzítéséről van szó! Bár már vannak olyan próbálkozások, hogy a számítógép írott szöveget „felolvasson", ill. elmondott szöveget „megértessen".

— Szóval van már beszélő gép?

— Valami olyasmi. (Egy orosz szerző írja, hogy mikor először hallott egy tbiliszi számítógépet „beszélni", rögtön feltűnt a gép tipikus grúz akcentusa! Teljesen érthető, hiszen akik a beszédelemeket betáplálták a gépbe, maguk is ilyen akcentussal beszélték az orosz nyelvet.) *A gép természetesen nem beszél; logikai műveleteket hajt végre, az ember által meghatározott — persze nagyon bonyolult — program szerint. A hang vagy a kép felfogására szolgáló érzékelő elektromos jeleket továbbít a gépnek. A program szerint azonosítja a gép a jeleket a memóriájában tárolt jelekkel és végzi el a kijelölt műveleteket: kigépel meghatározott szöveget vagy összerakja az előzetesen felvett hangszalagról a megfelelő hangokat és „megszólal".*

— Ezek szerint a számítógéppel beszélgetni is lehet?

— Bizonyos értelemben igen, de ez azért még nem a jelen technikája. Nem emiatt keveredett a beszélgetésbe a számítógép. Információrögzítésről beszélünk, s tudnunk kell, hogy napjainkban a számítógépek többségét a társadalmi és gazdasági élet ismeretanyag-rögzítő és -visszakereső gépeiként használják. Minisztériumok és vállalatok számítóközpontjaiban mágnesszalagok és mágneslemezek ezrein tárolják a legfontosabb adatokat; ún. adatbankrendszerekkel adnak naprakész tájékoztatást a döntésekhez, tájékozódáshoz szükséges adatokról. És ezzel lényegében már választ lehet adni a beszélgetés elején feltett kérdésre: A számítógépes információtároló és -visszakereső rendszer lesz az az eszköz, amivel — hogy az „özönvíz" példához visszatérjünk — hajózni fogunk, mégpedig biztonságosan hajózni az ismeretek egyre növekvő tengerén. Annyit azonban még tegyünk hozzá, hogy a biztonsághoz az eszközök mellett a rendszerezésnek is igen magas fejlődési szintre kell eljutnia.

5. A rendszerezésről

Nagy fába vágnánk a fejszénket, ha egyszerre akarnánk rendszerezni az egész világot. Maradjunk egyelőre házunk táján és rendszerezzük pl. egy szoba világát.

A szoba tárgyainak rendezése

Segítségül hívom legkisebb fiamat, aki másodikos. Előbb mindennapos taneszközüket, az ún. logikai játékot vesszük elő, amely 48 darab különböző lapocskából áll. A „rutin" kérdésre: „Hányféleképpen tudod csoportosítani őket?" — készen áll a válasz:

Színük szerint, és akkor egy csoportba kerülnek a piros, másikba a kék, a harmadikba a zöld és a negyedikbe a sárga lapocskák.

Formájuk szerint: háromszög, körlap és négyzetalakú csoportokat alkotok.

Nagyságuk szerint külön tehetem a kicsiket és külön a nagyokat.

Külön választhatom azokat, amelyek *lyukasak* és azokat, amelyeken nincs lyuk.

A következtetést már én vonom le: Minden lapocskának eszerint négy „tulajdonsága" van: a színe, a formája, a nagysága és az, hogy lyukas-e vagy sem. Most pedig nézz körül a szobában! Sorold fel, milyen tárgyak vannak benne!

Körülnéz, és úgy mondja, ahogy észreveszi, én pedig írom: ablak, szekrény, ajtó, televízió, rádió, szőnyeg, asztal, szék, váza, kép, függöny, hangszóró, fotel, lámpa, pohár, tányér, telefon, könyvek, könyvszekrény...

Elég! Most ezeket lerajzoljuk. Rakd egy csoportba az összetartozókat!

Értetlenül néz rám: Úgy gondolod, hogy a színük vagy a formájuk szerint? Hiszen mindegyik más színű és más formájú!

Igazad van, de az egymáshoz hasonló színűeket veheted pl. egy csoportba.

Így már érthető. (A fehér csoportba kerül az ajtó, a függöny, a tányér, a telefon. Barna a szekrény, a televízió, az asztal, a szék, a hangszóró, a könyvszekrény. Átlátszó az ablak, a váza, a lámpa, a pohár.) De a szőnyeg és a kép sokszínű. Az egyik csoportba se tartozik!?

Másként nem tudnád csoportosítani őket?

A formájukra gondolsz? Van amelyik szögletes és van amelyik kerek. (Szögletes az ablak, a szekrény, az ajtó, a televízió, a rádió, az asztal, a szék, a hangszóró, a könyvek, a könyvszekrény. A váza, a pohár, a tányér kerek. De a telefon kerek is, meg szögletes is.)

Folytassuk a játékot! Melyik tárgy mire szolgál? (Úgy is lehetne kérdezni: mi a funkciója?)

Az ablak és a lámpa a megvilágításhoz kell. A televízió, a rádió, a hangszóró és a könyvek szórakoztatnak. A szekrény és a könyvszekrény arra, hogy dolgokat tegyünk bele...

Ezek tehát tárolóeszközök. És a szék?

Gondolkodik! Végre kiböki: „fáradtsággátló".

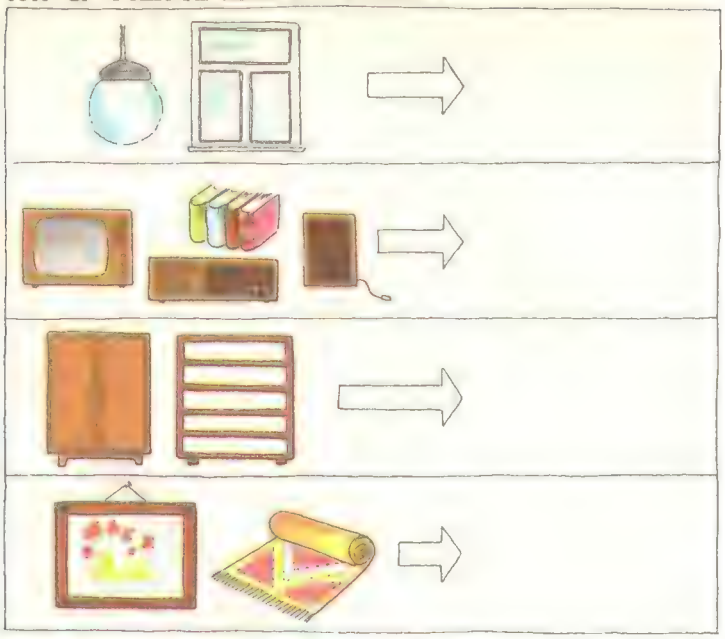
Alig hiszek a fülemnek, tetszik az elnevezés: Mi van még „fáradtsággátló"?

A fotel, meg az ágy.

Csakhogy az ágy nem ebben a szobában van! Csak azokról beszélünk, amelyeket látunk.

Akkor: díszítésre szolgáló tárgyak a szőnyeg, a kép, a függöny.

Mi a RENDELTETÉSE?



Milyen csoportosítást tudsz még találni?

Például, hogy „miből vannak”...

Vagyis az anyagi tulajdonságot. Akkor most eszerint rakd egy körbe az összetartozókat!

Üvegből van: az ablaküveg, a pohár és... A televíziót is ide rakhatom? Annak csak a képcsöve van üvegből.

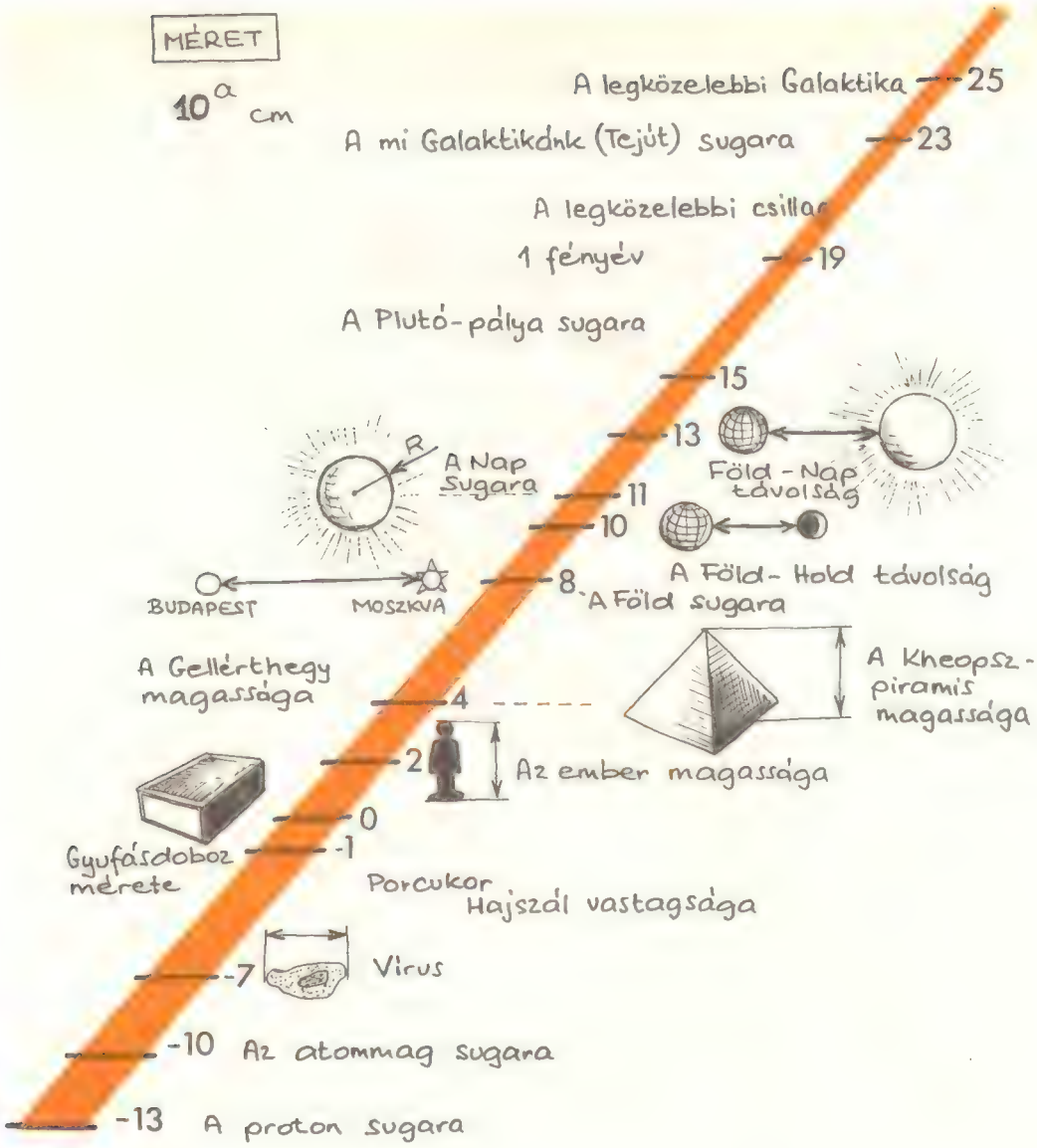
Akkor ezt tegyük egyelőre félre!

A fából készültek csoportja: szekrény, ajtó, asztal, szék, könyvszekrény. A hangszórót is félre tesszük? Abban vas is van.

És mi van még vasból, ill. fémből?

A lámpa vezetékében is van fém, meg a tv-ben és a rádióban is...

(Így folytatjuk tovább, mindegyik tárgy a csoportosítás szerinti körbe kerül. Aztán helyükre tesszük azokat is, amelyek két vagy három kör metszetébe illenek: a televízió, az ablak, a lámpa stb.)



Láthatod, hogy minden tárgynak sok-sok tulajdonsága van. Ugyanazt a módszert követtük, mint a logikai játéknál, csak éppen ezeket többféle szempont szerint lehet csoportosítani, és vannak olyan tárgyak, amelyek még egy adott szempont szerint is *több* csoportba tartozhatnak.

Ezután elkezdjük a szoba tárgyait nagyság szerint sorbarendezni. Nagyon élvezi a „játékot", és még sokáig folytatná, ha „szigorú" Anyukája nem küldené fürdeni. Én pedig magamra maradok a félbehagyott sorbarendezéssel. Ha már egyedül folytatom, túlmegyek a szoba falain. Az ábra segít: minden egyes vonás az előbbi érték kb. tízszerese legyen. Gyors egymásutánban következnek a Keopsz-piramis magassága, Budapest—Moszkva távolság, a Föld sugara,... egészen a legközelebbi galaktika távolságáig. És „lefelé": a gyufásdoboz, a porcukor átmérője, a hajszál vastagsága, a vírus, az atommag sugara, a proton sugara... De sorbarendezhetnénk a tárgyak tömege szerint is. Így juthatunk el a pohár víztől lefelé az elektronig és felfelé az ismert világegyetem tömegéig.

Ahány szempont, annyiféle rendezési lehetőség. A továbbiak érdekében egy szempontot (különös jelentősége miatt) ki kell emelnünk: a *rész—egész* kapcsolatot. A szoba például része a lakásnak, a háznak, a városnak és így tovább. Próbáljunk eszerint sorbarendezni:

SZOBA—LAKÁS—EMELET—HÁZ—UTCA—KERÜLET—VÁROS. Az előbb álló szó mindig az utánalevő részét jelenti.

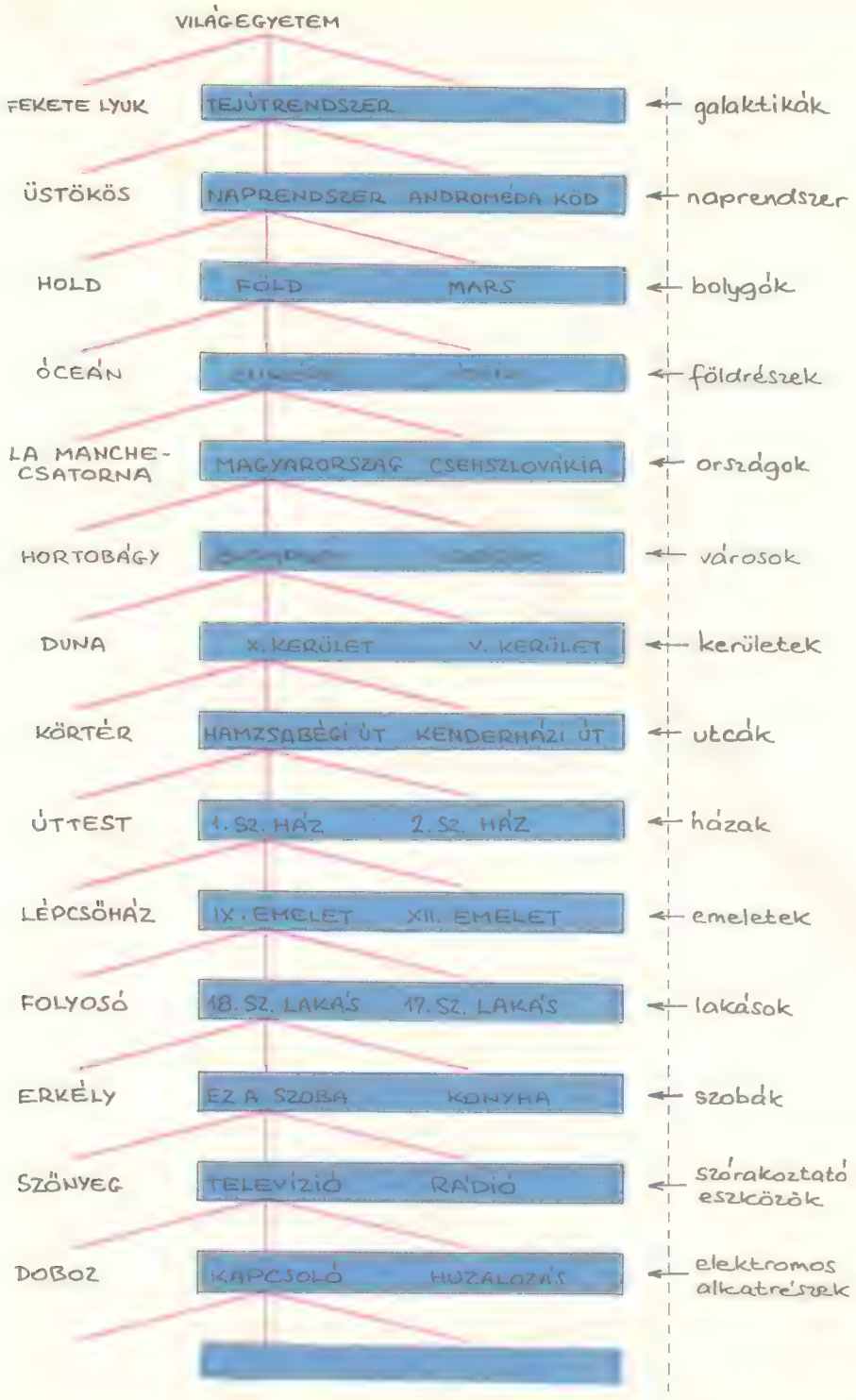
VÁROS—ORSZÁG—EURÓPA—FÖLD—NAPRENDSZER—TEJÚTRENDSZER. És hasonlóan mehetünk „lefelé" is, most persze fordítva: az utána levő szó jelenti az előbb álló szó részét:

SZOBA—LÁMPA—VILLANYKÖRTE—IZZÓSZÁL—MOLEKULA.

És még tovább: MOLEKULA—ATOM—ATOMMAG—PROTON.

Itt álljunk meg. Felfelé még egyértelmű volt a „rész—egész" felsorolás. De lefelé már nem! Nemcsak a televízió a szoba része. Nemcsak a tranzisztor a televízió

része. Nemcsak atommagból áll az atom és nemcsak protonból az atommag. Nézzük csak a rajzot:



Az ilyen felsorolást *hierarchiának* nevezzük. (Nem kell megijedni a görög eredetű szótól. Szó szerint valamilyen rangsort jelent. Abban az értelemben használjuk, hogy alacsonyabb „hierarchiaszinten" van valami akkor, ha a fölötte levőnek része.)

Kezdjük a Naprendszernél. Ennek részei a Föld, a Mars, a Jupiter, a Szaturnusz stb. de része a Hold, a Szaturnusz „korongja", a Jupiter holdjai stb. és természetesen maga a Nap. Éppen azért lehet előbbiekre külön szót (bolygók) használni, mert

másfajta részei is vannak a Naprendszernek. Bármelyik hierarchiaszinten is nézzük, a helyzet hasonló. Pl. Magyarországnak része Budapest, Szeged stb., de része a Hortobágy is. Előbbiekre azért használhatjuk a *város* gyűjtő szót, mert vannak Magyarországnak olyan részei is, amelyek nem városok.

Lényeges, hogy a fogalomalkotás alkalmával mindig valamilyen hierarchiaszinten levő rendszer részeit csoportosítjuk. A fogalomban nemcsak az van benne, hogy — valamilyen szempont szerint — közös tulajdonságú elemeket jelölünk egy szóval, hanem az is, hogy (ugyanezen a szinten) vannak olyan elemek is, amelyek ebben a tulajdonságukban ezektől eltérnek.

E kis kitérő után vegyük elő újra a magnótekercseinket és hallgassuk tovább a szentlőrinci beszélgetést, amelyet a II. fejezetünkben megszakítottunk.

Tizenévesek a rendszerszemléletről

A beszélgetés úgy folytatódott, hogy — látszólag — egész más témát érintő kérdést tettem fel:

— Ismeritek a térképet. Mit jelent a térkép léptéke?

— „Hogy a térképen mért távolság a valóságban mennyinek felel meg."

— Helyes képet ad hazánkról ez a Magyarország térkép?

A válaszok megoszlanak. Szavazunk: 25% igennel, 15% nemmel szavaz, 25% tartózkodik a szavazástól, a többi még a tartózkodástól is tartózkodik.

— Indokolja meg valaki, hogy miért tartózkodott.

— „Mert nem tudom biztosan, hogy helyes-e a kép, vagy sem."

— Akkor megkérdezem: helyes volt a kérdés? Vagy: nem fordulhat elő, hogy a *kérdés* is rossz?! Mit kellett volna kérdeznem?

— „Hogy a többi országhoz viszonyítva jól ábrázolták-e Magyarországot?"

— Ez lehet az egyik kérdés: jó-e a méretarány? Feltüntetheti-e az ország minden részletét ez a térkép? Látható pl. a szentlőrinci iskola?

— „Nem."

— Akkor rossz a térkép?

— „Nem, mert az egész országot jól ábrázolja, de a kisebb részleteket nem is lehetne berajzolni."

— A kérdést tehát így lehetne feltenni: *Adott szinten* (adott méretarányban) mérethelyes (pontos-e) a térkép?

— „De másfajta térkép kell az autózáshoz, mint a földrajzhoz..."

— Vagyis különböző típusú térképek lehetnek. Milyen térképtípusokat ismertek?

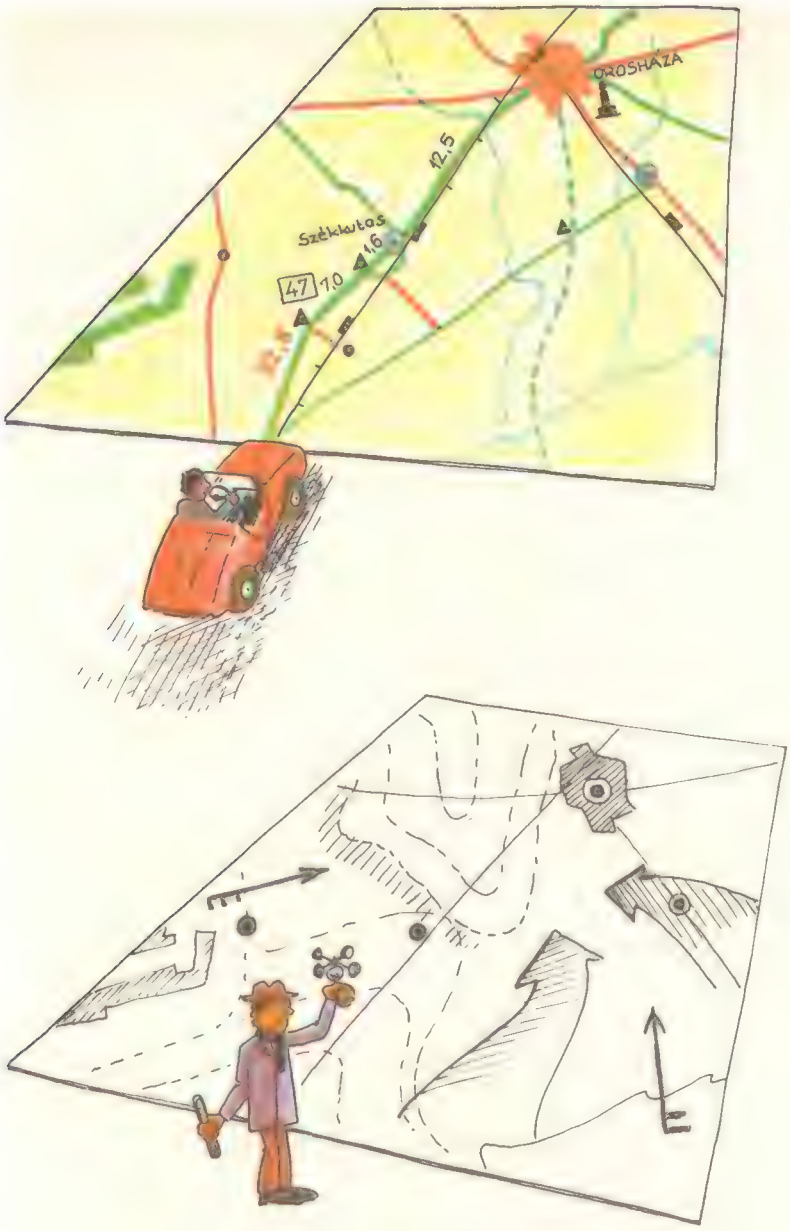
— „Autóstérkép!"

— „Meteorológiai térkép!"

— „Politikai térkép!"

— „Hegy- és vízrajzi térkép!"

— „Gazdasági térkép!"



— Miben különböznek ezek egymástól?

— „Az autóstérképeket a gépkocsivezetőknek készítik, azon elsősorban az útvonalak, a benzinkutak, a javítóműhelyek vannak feltüntetve."

— „A meteorológiai térkép az időjárási viszonyokról, hőmérsékletről, csapadékról, szélirányról ad tájékoztatást."

— „A gazdasági térkép a bányákat, gyárakat mutatja."

Egyik barátom nemrég olyan térképet mutatott, amely Magyarországot bortermelési viszonyai szerint ábrázolja. Elhatárolja a bortermelő vidékeket a nem bortermelőktől. Külön szín jelöli a vörös-, ill. a fehérbor-termő vidékeket. A városoknál is megkülönbözteti a bortermelő és a nem bortermelő helyeket. Feltünteti az üzemelő pincéket, a palackozóüzemeket. (A térkép az I. budapesti borvilágversenyre készült.) Ez is ábrázolási szempont, mégpedig nagyon fontos szempont!

Egyikük már általánosan fogalmaz:

— „Mindegyiket más célra használják..."

— ...vagyis különböző *szempontok* szerint ábrázolják ugyanazt (Magyarországot) — fejezem be a mondatot. Egy adott földrészt, országot vagy országrészt (tehát: a világ egy adott szintjét) különböző szempontok szerint ábrázolhatunk. Minden esetben *ugyanarról* a szintről van szó, csak a szempontok mások. A szinteken azonban lejjebb is haladhatunk. Más szóval: *ugyanolyan szempont* szerint különböző méretarányú térképek is lehetségesek. Ha Baranya megyében egy kisközséget keresek, akkor... — ők folytatják:

— „...már nem az ország politikai térképét veszem elő, hanem a megye térképét."

— És azon megtalálom az iskolai úttörőházat?

— „Nem, ahhoz a község térképe kell."

— És ezen megtalálom-e annak a táblának a helyét, amelyre most írok?

— „Nem, ehhez már az úttörőház térképe kell!"

— És ha arra vagyok kíváncsi, hogy a táblában hol vannak szögek?

— „Akkor a tábla térképe kell!"

— Ezeket ugyan már nem térképnek, hanem műszaki rajznak nevezzük, de ez a lényegen nem változtat. Mehetek mindig lejjebb és lejjebb, a méretarány változtatásával egyre több és több részletet tudok ábrázolni ugyanakkora papírdarabon. Akkor hát melyik ezek közül az *igazi* kép?

— „Az attól függ, hogy mire vagyunk kíváncsiak. Mindegyik igaz..."

— ...a maga szintjén, ill. egyik sem, ha más szint vagy más szempont szerinti képre vagyunk kíváncsiak. Ha arra vagyok kíváncsi, hogy jár-e villamos a budapesti Erzsébet-hídon, akkor nem a világ politikai térképét, hanem a főváros közlekedési térképét veszem elő! De, ha arra vagyok kíváncsi, hogy milyen nemzetközi autó-

utak mennek át Budapesten, akkor ismernem kell (legalábbis) Közép-Európa térképét. Valahogy így kell elképzelni a világról alkotott tudásunkat is. Először az egészet kell látnunk (egy nagy léptékű „térképen"). Ha nem látjuk az egészet, akkor... hogy is van az a magyar közmondás?

— „Nem látja a fától az erdőt."

— Mielőtt valamilyen részletet tanulmányozunk, előbb a nagyobb térképet kell elővenni, másként nem látjuk az összefüggéseket, elveszhetünk a részletekben. Mit gondoltok, milyen térképeket vettem elő, amikor kocsimmal Dubrovnikba utaztunk?

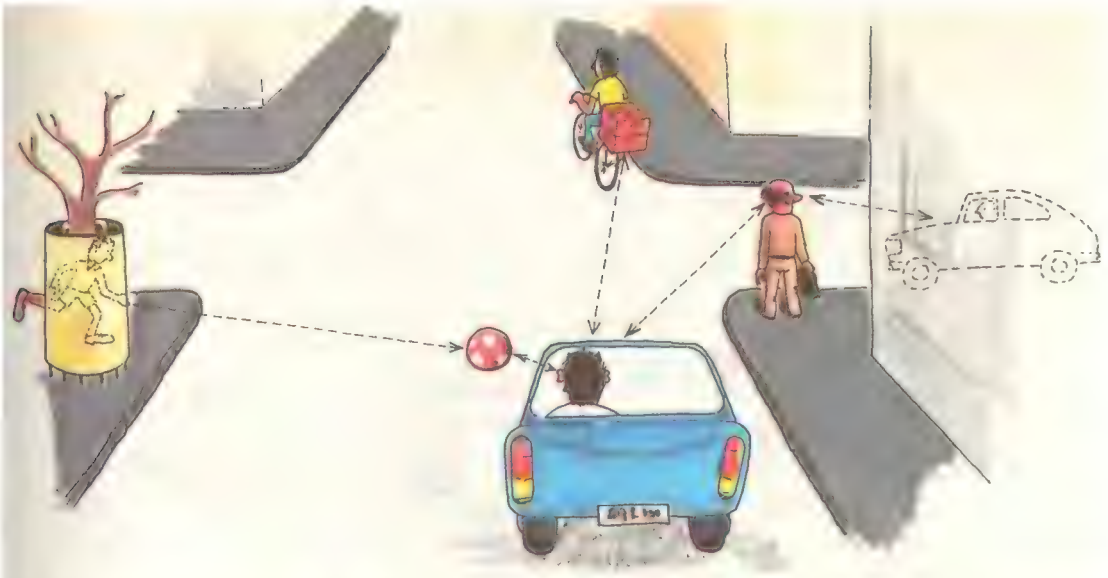
— „Előbb Európát kellett megnézni, hogy milyen utak vannak Budapest és Dubrovnik között."

— „Azután biztos az autótérképeken tetszett megnézni, hogy milyen városokon *kell* áthaladni..."

— Pontosabban: milyen településeken *lehet* áthaladni. Hiszen *több* út is vezet a célba. Ezek közül már nem a térkép alapján, hanem a helyszínre érve, a további részleteket is megismerve tudtam választani. Az úton arra is figyelnem kellett, hogy pl. merre kanyarodik az út, hol van az úttesten gödör, vagy átmeneti forgalomelterelés, vagyis olyan dolgokra, amelyeket a térképről nem tudhattam előre. Az életben is így van. Bármit akar megismerni az ember, mindig először legalább eggyel magasabb szintű „térképet" kell elővennie. A sok mindenre figyelés és (egyidejűleg) a figyelem összpontosítása egy feladatra, minden valódi, széles körű tudásnak az alapja. Az ilyen gondolkodás már része annak, amit rendszerszemléletnek nevezünk.

Talán távolinak tűnik a kérdéstől a példa, amivel folytatom:

Van egy gépkocsivezetési felfogás, amit úgy hívnak, hogy „defenzív vezetési taktika". Ennek hármas alapszabálya: „a *kötelezőt* mindig, a *tilosat* sohasem, néha még a *megengedettet* sem!" A lényege: vezetés közben ne mereven az utat figyeld! Vedd észre a környezetet is! Ne csak arra készülj fel, hogy a veszélyhelyzetből kikerülj, hanem arra is, hogy *megelőzd* a veszélyhelyzetet. Az „előrelátás"-hoz az kell, hogy az ember „többet" lásson, mint a közvetlen előtte levő út. A veszély lehetőségének *jeleit* is észre kell venni: Messze, valahol a járdán játszó gyerekek (valamelyik elébed ugorhat!); erőszakosan előző jármű (jobb, ha hagyod elmenni, mert még Te is bajba kerülhetsz!); kerékpárost látsz eleresztett kormánnyal, vagy ketten egymás mellett kerekeznek (könnyen a kocsi elé eshetnek); mind megannyi veszélylehetőség! Amikor aztán — az előrelátás miatt — a defenzív vezető már előre lassít, esetleg megáll és ezzel önmaga (és utasa) elkerüli a veszélyt — azt mondják, hogy szerencséje volt. Pedig nem szerencséje van, hanem (kis túlzással úgy mondhatnánk): *rendszerszemlélete!* Feladatát (a gépkocsi balesetmentes eljuttatását a célig) összefüggésében, egészében látja. Emellett persze szaktudás is kell. Hiába lenne „csak" rendszerszemlélete, ha nem tudna sebességet váltani, vagy ha összecserélné a fék- és a gázpedált, vagy ha egy defektnél nem tudna kereket cserélni. Összességében: a rendszerszemlélet mindenekelőtt azt a képességet jelenti, hogy tájékozódni tudjak a saját feladatoménál (legalább) eggyel magasabb szinten is, látva a „nagyobb" összefüggéseket, mielőtt (és mialatt!) a szűkebb feladatomat megoldom. Még a közmondás is gúnyolódik azon, aki „nem lát tovább az orra hegyénél". Az a gyerek, aki mindennap felkészül a másnapi órák-



ra, de mindig csak egy-egy tantárgy aznapi feladatát látja, nem gondolkodik az összefüggéseken, a tantárgyak kapcsolatán — bonyolult feladatot már nem tud megoldani; tudása rendezetlen és (emiatt) előbb-utóbb használhatatlan lesz.

Ezek a gondolatok — legalábbis ezeknek a gyerekeknek — nem idegenek. Kísérleti tanterv szerint tanulnak és először a világ különböző „szintjeivel" ismerkednek. Mikor elkezdem a „hierarchiát":

— Világmindenség, Tejútrendszer..., — szinte kórusban átveszik tőlem a szót:

— „...Naprendszer, Föld, Európa, Közép-Európa, Magyarország, Dunántúl, Dél-Dunántúl, Baranya megye, Pécsi járás..."

Félbeszakítom a szavalókórust:

— Van ennek a felsorolásnak „legalsó" szintje?

— „Itt és most" — hangzik a kollektív válasz.

— Mi van itt és most? — mutatok az ujjamra.

— „Krétapor!"

(Igazuk van! A táblára írástól igencsak fehérré váltak ujjaim. De azért „nem adom fel":)

— És a krétapornál kisebb nincs?

— „Az atom, atommag" — hangzik a válasz. Egyikük még tovább is folytatja: — „A proton és a neutron."

— Valaha a tudomány azt állította, hogy az anyag legkisebb, tovább már nem bontható részecskéje az atom. (A görög atomosz szó oszthatatlant jelent.) Ma már tudjuk, hogy az atom maga is ún. elemi részecskékből áll (amelyeket az jellemez, hogy se nem elemiek, se nem részecskék). Ebből következik, hogy lefelé szinte határtalan a bontás. Most azonban számunkra csak az a fontos, hogy *létezik* a világnak ez a szintenkénti egymás fölé rendeltsége, és így — a térkép példájához hasonlóan — bármelyik szinttel is foglalkozom, előbb tájékozódnom kell az eggyel magasabb szinten. Emeljük ki valamelyik szintet! Ez a világnak egy része. Erről a részről sokféle szempontból lehet képet alkotni. Lényegében minden tudomány, ismeretkör másfajta szempontból vizsgálja (ill. írja le) ugyanazt.

— Helyes lesz ez a kép?

(Az előbbi, térkép példára hivatkozva a válaszok is egyértelműek:)

— „A maga szempontjából mindegyik igaz!"

— „Attól függ, hogy milyen célra akarjuk ezt a képet felhasználni!?"

Egyikük ki is mondja:

— „Ez olyan, mint a térkép esetében. A meteorológiai térképen hiába keresem a benzinkutak helyét..."

— Ugyanígy, egyik szaktudománytól sem várhatjuk, hogy *minden* szempontból kielégítő (úgy is mondhatjuk: teljes) képet adjon a valóságról. A rendszerszemlélet egyik oldaláról már szó volt; arról, hogy mindig „eggyel magasabb szinten" is tájékozódnunk kell. Most a másik oldaláról beszélünk: a valóság, az anyagi világ megismeréséhez szükség van a szaktudományok *összességére;* a különböző szempontok szerint kialakított *közös* képre.

— Egy gépkocsi tervezéséhez például mire van szükség?

— „Jó mérnökre!"

— „Anyagismeretre!"

— „Alkatrészek ismeretére!"

— „Piackutatásra!"

Csak úgy röpködnek a válaszok! Nem mindig pontos a fogalmazás, de öröm hallgatni, mi mindent tudnak ezek a mai gyerekek. Még az ember—gép kapcsolatot is megemlítik. (Talán a DELTÁ-ban látták, vagy „A mérnök" c. könyvben olvasták?)

— „A kapcsolók helye és formája is nagyon fontos!"

— Ennyi is elég ahhoz, hogy belássátok: az összes tudományág ismeretére egy ember képtelen! Ezért minden komolyabb feladat megoldásához a különböző szaktudományok képviselőinek együttese szükséges. A csoportszellem, az egymásra utaltság az őskorban nagyon fontos volt, hiszen egy ember nem tudott egy mammutot legyűrni. Ma azonban ez még jelentősebb, mert akkor: a lényegében *azonos* ismeretekkel rendelkezők (mennyiségi) egyesítéséről volt szó, ma pedig: a *különböző* ismeretekkel rendelkezők (minőségileg is tökéletesebb) összefogására van szükség. Az elmúlt századokban még elképzelhető volt az ún. polihisztor (aki korának majd minden tudományában jártas), de napjainkban a tudományágak már olyan mélységekben járnak, annyira szakosodtak, hogy még az is ritka, ha az ember a saját tudományágában „polihisztor". Komoly erőfeszítés kell ahhoz, hogy valaki igazi szakemberré váljon és az is maradjon. A szakismeret mellett (ill. afelett) szükség van azonban arra a szemléletre is, amely az egészet együtt látja. Rendezett és rendszerezett gondolkodásra van szükség.

...

Stop! A magnófelvételt leállítjuk. Mielőtt még zavart okozna a szavak hasonlatossága, tisztáznunk kell a „rend" és a „rendszer" értelmezését.

6. Rend és rendszer

Rendre mindenütt szükség van. Aki a cipőjét este (rendetlenül) „valahol" leteszi, reggel kereséssel töltheti idejét. Aki könyvszekrényében nem tart rendet, könyvei számának növekedésével előbb-utóbb odáig jut el, hogy éppen azt a könyvet nem találja, amire szüksége lenne. Mindez csak időveszteség, de kellemetlen következményei lehetnek. Ha viszont egy tűzoltó hagyná összevissza a tűzoltófecskendőt, az már súlyos következményekkel járna: mire megtalálná, összeillesztené, hozzákapcsolná a vizet — leégne a ház.

A **rend** — a Magyar Értelmező Kéziszótár szerint — *tárgyaknak olyan állapota, amelyben mindegyikük a megfelelő vagy a szokott helyen van; cselekvésnek, történésnek megszabott egymásutánja vagy megszokott alakulása; valamely szabálynak, törvénynek megfelelő állapot.*

Mi lenne közlekedési rend nélkül az utakon? Ha nem írnák elő szigorú szabályok: hol szabad és hol tilos megállni; merre és milyen sebességgel szabad haladni; útkereszteződésekben melyik járműnek van előnye... És ezeket a szabályokat időnként módosítani is kell. A közlekedési eszközök és igények fejlődése időnként új rendet követel, másként a közlekedés válságba kerül.

Igen! a rend hiánya — válsághoz vezet. És magát a rendet is időnként újra kell rendezni.

Így van ez a „kicsiben": a könyvespolc vagy a ruhásszekrény rendjében; és így van ez a „nagyban" is: a világról alkotott ismereteink kialakításában és tárolásában is.

Hogy milyen értelmetlen zagyvasággá állhat össze az információk rendezetlen befogadása, azt jól kigúnyolja Weöres Sándor az „Összekevert újságcikkekkel". Egy részlet belőle:

„Tegnap éjjel Keceszálláson a kiskorú F. Mihály, 16 éves és 75 méter mély, naponta tízszer annyi áramot szolgáltat Japánnak, mint akácvirágzáskor a méhek, ezért a bíróság, az enyhítő körülményeket figyelembe véve, bajszát pödörve gyönyörködött a fiatal szövőlányokban, akik lelkesen felajánlották, hogy Dániától vásároljunk vásznat és műanyagot."

A szavak látszólag rendbe szedve követik egymást, az egész együtt mégis értelmetlen. Ez a rendezés nem alkot rendszert, mert hiányzik belőle az elemeket (a szavakat) összekötő *értelmi* kapcsolat.

Hangjegyeket is írhatunk egymás mellé, elrendezve őket a hangjegypapíron. De ez a rendezés csak akkor alkot rendszert, ha zenei kapcsolat is van a hangjegyek sorrendjében.

Escher rajzán (a következő oldalon) rendezetten helyezkednek el az egyes részek, az egész együtt mégis értelmetlen. A lezúduló víz saját szintjére esik vissza: ilyen kapcsolat az elemek között nem létezhet.

A rendszer tehát több, mint az elemek rendezése. *A rendszer az elemek és azok kapcsolatainak olyan összessége, amely együttes egészt alkot**.

* A tudomány „nemcsak rendezi ismereteinket, hanem rendszerezi is, azaz feltárja, hogy elemeik hogyan kapcsolódnak egymáshoz, s olyan logikai következtetésekhez vezet, amelyekkel tudásunkat új tények megfigyelése útján ellenőrizhetjük" — írja *Wartofsky* (A tudományos gondolkodás fogalmi alapjai, Gondolat, 1977).

Ismereteink elraktározásában nem elégedhetünk meg egyszerű rendezéssel. Ha tudásunkban nincsen rendszer, ismereteinket nem kapcsolja egységes egésszé a köztük levő kapcsolat, legjobb esetben „élő lexikonná" válunk: minden „címszóra" elmondjuk a pontos választ. Az ilyen ismerettömeg azonban nem képes új feladatokat felismerni, megfogalmazni és megoldani. A rendszer nélküli ismeretanyag kezelhetetlen.

A könyvtárak tárolási rendszere

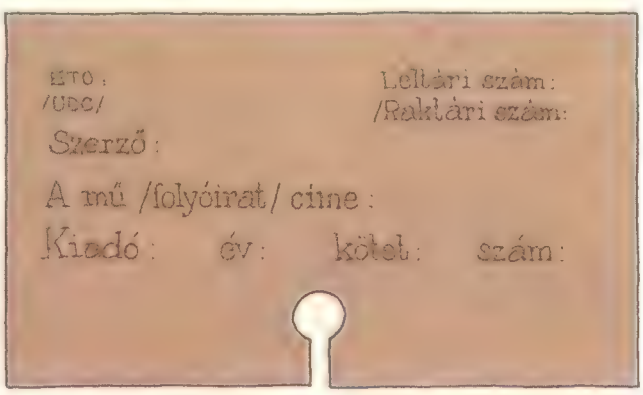
Kétezer évvel ezelőtt vagyunk, Alexandriában. Fehér márványból épült hatalmas könyvtár, 700 000 papirusz tekercs rengetege. Ki tudja, mi van rajtuk? Talán minden egyes tekercset ki kell göngyölni, ha keresnek valamit?

A tekercseket tok védi, a tokon kis lapocska: az „index". Erre írták a könyv címét. Elég volt kereséskor az indexet megnézni, és nem kellett a tekercset kibontani. Szigorú rend volt a könyvtárban: külön szekrényben sorakoztak a görög, a latin, az egyiptomi és a héber kéziratok. Ebben a korban még elég volt ennyi is ahhoz, hogy a tudós megtalálja, amit keres.

A kódexeknél a korábbi indexre már nincs szükség. A könyv gerincén aranyozott betűkkel megjelenik a cím. A polchoz láncolt kódexeket nem lehetett hazavinni, kölcsönkönyvtár nem volt. Ott a könyvtárban, a szekrények mellett kellett létrán állva, bújni a könyveket. A „könyvbúvár" valóban elmerült a könyvek tengerében. Rend persze itt is volt. Volt, ahol tárgykör szerint, volt, ahol az elkészülési idő sorrendjében, volt, ahol a szerzők ábécé rendjében, és olyan is akadt, ahol nagyság szerint sorakoztak a könyvek. A fausti tudósideál „minden könyvet ismert", tudta hogy mit hol találhat.

Otthoni könyveik között sokan még ma is csak ilyen rendet tartanak. Amíg mindössze néhány száz könyvről van szó, kielégítő is az ilyen rend. Csak be kell nyúlni a szekrénybe és máris kezünkben a keresett könyv. De néhány tízezer, százezer, sőt millió könyv között így már nem lehet tájékozódni. „Valamilyen szempont" szerinti rendezés már nem elegendő. A könyveknek ugyanis nemcsak egyfajta „tulajdonságuk" van: megjelenési év, szerző (több is lehet!), és — mindenekelőtt — a tartalom. Hasonló a „baj" ahhoz, amit a szoba tárgyainak anyag szerinti csoportosításakor a televízió, az ablak vagy a lámpa elhelyezése okozott: egyszerre több csoportba is tartoztak. A rajzon ezt még megoldottuk: két vagy három kör metszésébe kerültek a tárgyak. Könyvekkel ezt hogyan tehetnénk meg? Nem tehetjük ugyanazt a könyvet egyidőben több helyre is!

Újra megjelenik az index, de most már úgy hívják: cédulakatalógus. Ezekre írják a könyv legfontosabb „tulajdonságait": az ún. bibliográfiai adatokat (szerző, cím, kiadó, megjelenési év, oldalszám, ábrák és mellékletek száma). Egy-egy könyvről több cédulát is lehet készíteni és ezeket már tetszés szerint (pl. tárgykörönként is) csoportosíthatjuk. A könyveket a beérkezés sorrendjében megszámozzák és ebben a rendben kerülnek a polcokra. A sorszámot feltüntetik a katalóguscédulán. A keresés most már egyszerű.



Keresünk pl. egy magyar nyelvű ismeretterjesztő könyvet, amely technikával foglalkozik és 1965 után jelent meg. Az „ismeretterjesztő könyvek" katalógusszekrényéből kivesszük a „technika" dobozt. Végignézzük a cédulákat és sorban felírjuk a megfelelő könyvek címét és sorszámát. Pl.:

111.875 A technika fejlődése (A kultúra világa, 10.), 1966
137.975 A mérnök (LIFE sorozat), 1973
141.238 Minerva Nagy Képes Enciklopédia, 3. kötet, 1974
...

A könyvtáros a sorszám szerint megtalálja a polcokon és kiadja a kért könyveket.

Néhány „bibije" azonban ennek a módszernek is van: Először is nagyon sok helyet foglal el. A nagyobb könyvtárakban többszáz szekrényben vannak a cédula-

katalógusok. Aztán: a keresés eléggé soká tart. (Sokszor töltöttem egész délelőttöt azzal, hogy néhány, számomra szükséges könyvet megkeressek.) Ma már egy-egy szűkebb tárgykörön belül is sok-sok ezer könyv van.

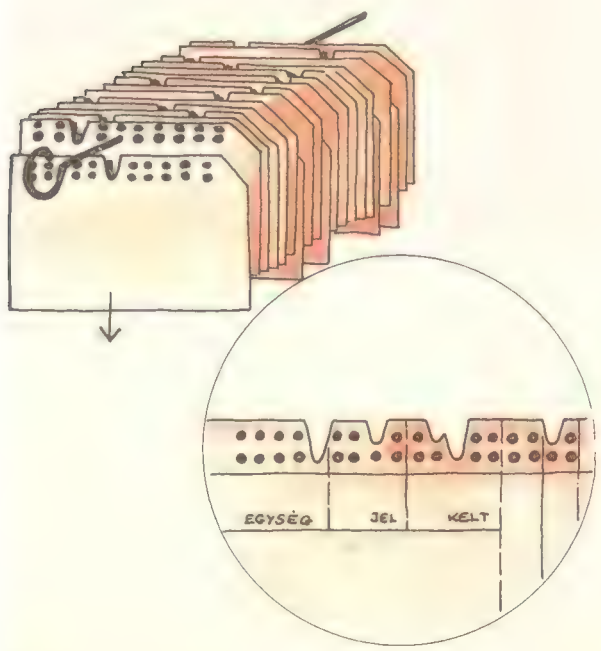
Meggyorsítaná a keresést, ha egyszerre többféle szempontot is figyelembe lehetne venni.

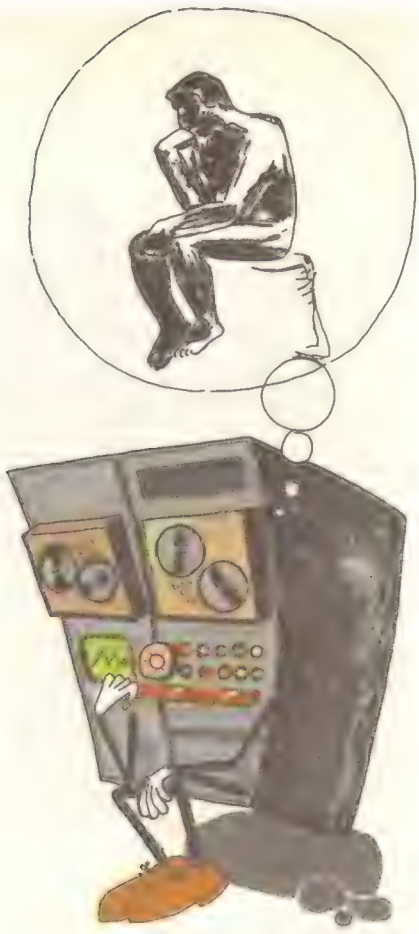
Gondoljuk meg, hogy egy nagyvállalat több ezer dolgozójából akarunk kiválasztani olyanokat, akik (mondjuk) 30 évesnél fiatalabbak, nőtlenek vagy hajadonok, idegen nyelvből nyelvvizsgájuk van és érettségiztek, de egyetemi végzettségük nincs. Végiglapozni több ezer személyi kartont — hosszadalmas eljárás. Tegyük fel, hogy külön cédulakatalógusunk van születési év, családi állapot, nyelvtudás és iskolai végzettség szerint. Hogyan járunk el? Valamelyik szempont szerint el kell kezdenünk. Mondjuk először kiírjuk az összes 30 évesnél fiatalabb névsorát. Aztán elővesszük a családi állapot szerinti katalógust. Az előbbi névsorból kihúzzuk azokat, akik e katalógus szerint házasok. A következő katalógust elővéve kihúzzuk a névsorból azokat, akiknek nincs nyelvvizsgájuk. Végül az utolsó katalógus segítségével kihúzzuk azok nevét, akik még nem érettségiztek vagy már van egyetemi diplomájuk. (Könnyen lehet, hogy ezután egy név sem marad; de ez most mindegy.) Ugye, nagyon bonyolult ez így?!

Ezért találták ki az ún. peremlyukkártyákat. Mindenkiről csak egy kartont kell készíteni, de a karton szélén U alakú lyukasztással is jelezni kell a személy legfontosabb adatait (pl. családi állapot, iskolai végzettség, születési év stb.). (Az ábrán a kártya egy részlete kinagyítva is látható.) Ha egy hosszú tűt tolunk keresztül valamelyik lyukon és azzal a köteget felemeljük, azok a kartonok, amelyeknél van U alakú lyukasztás, a kötegből kiesnek, a többieket a tű megtartja. Ha több tűt használunk, csak azok a kartonok fognak kiesni, amelyek valamennyi szempontnak megfelelnek. Ily módon egy művelettel megtalálhatóak a keresett kartonok.

Ez már jó! DE! Igencsak nehezen lehetne használni több tízezer karton esetében. Mire mennénk ezzel a módszerrel, ha pl. a moszkvai Lenin könyvtár 22 millió (!) kötetéből akarnánk a bennünket érdeklő könyveket kikeresni?

Igaz, lyukkártya-szortírozó gépeket is készítettek, de végleges megoldást ezek sem jelentettek. A könyvtár-nyilvántartás (és általában: az információtárolás) válságát a számítógép oszlatja el!





A számítógép

Gondolkodó gép?

Palackjából kiszabadított szellem?

Félelmetes és titokzatos szerkezet, amelyet csak kevesen, a „számítástechnika kiválasztott papjai" értenek meg?

Veszedelmes gépezet, amely egyszer majd az embert is uralma alá gyűri?

Sem egyik — sem másik! Bár azok, akik csak a fantasztikus filmekből ismerik a számítógépet, valami ilyesfélét képzelnek.

Semmi meglepő sincs az ilyen hiedelmekben. Találunk rá elég példát a múltból is. A „titokzatosság" (gyakran a félelem) lengte körül az első „hangos hengereket", az első rádiókat vagy az első gépkocsikat, nem is beszélve az ókori „szent gépezetekről", az egyházi csodák szolgálatában álló eszközökről.

A számítógép valóban csodálatos eszköz, az eddigi technikai fejlődés egyik legnagyszerűbb alkotása, de: emberi alkotás, technikai eszköz; és minden titokzatosság, „misztifikálás" csak akadályozza a számítógépben rejlő lehetőségek széles körű kibontakozását.

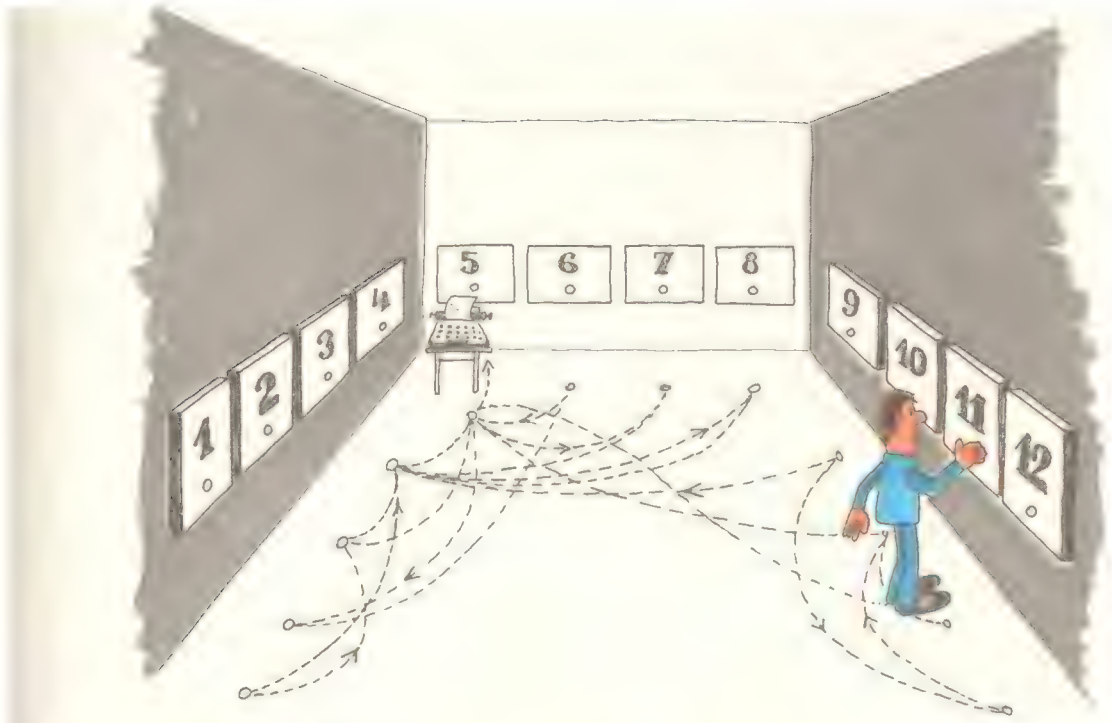
Nincs elég hely e könyvben a számítógépek történetének, felépítésének, programozásának részletes ismertetésére. (Az ez iránt érdeklődő Olvasó bőven találhat magyar nyelvű anyagot is az elmúlt évek könyvtermésében. Például: Brown: Beszélgessünk a számítógépről. Műszaki könyvkiadó, 1975; vagy Pekelisz: A kibernetika érdekes kérdései, Gondolat—Mir, 1976.) De talán a most következő vázlatos áttekintés is elegendő annak bemutatására, hogy a számítógép

— nem gondolkodik (inkább: gondolkodtat!);
— nem palackjából kiszabadított szellem (hanem az ember által, céljaira alkotott és állandóan továbbfejlesztett eszköz);
— nem félelmetes és titokzatos (ellenkezőleg: minden gondolkodó ember által kezelhető, az embert a szellemi rutinmunkától megszabadító) szerkezet;
— nem veszedelmes gépezet (a gép sohasem lehet veszedelmes, legfeljebb csak az ember, aki veszedelmes célokra akarja felhasználni!); nem kell félni a számítógéprobotok „uralmától".

A számítógépek szerkezeti elemei bonyolult elektronikus alkatrészek. A számítógépgyártás szédületes tempóban fejlődik. Elég talán annyi ennek jellemzésére, hogy alig negyed század alatt a számítási sebesség több milliószorosára, a gépek tárolókapacitása többezerszeresre nőtt. Kezdetben egy tárolórekesz helyigénye 100 cm^3 körül volt, ma már kisebb, mint 1 mm^2! (A ma, a könyv írásának idejére vonatkozik. Könnyen lehet, hogy mire az Olvasó kezébe kerülnek e sorok, már sokkal gyorsabb és sokkal kisebb méretű számítógépek készülnek.)

A szerkezet tehát állandóan fejlődik, de a működési elvek (lényegében) változatlanok maradnak. Legalábbis az elveknek az a része, amely az átlagos felhasználó szempontjából érdekes.

Hogyan is működik a modern számítógép?



Képzeljünk el egy óriási szobát, amelyet körben fiókos szekrények borítanak. Minden egyes fióknak van egy sorszáma. A szoba közepén áll egy ember, jegyzetfüzettel, ceruzával, és radírral a kezében. Szigorú parancsa van: Az 1. fióktól kezdve nézze sorban végig az egyes fiókokat és hajtsa végre az ott található utasításokat. Csak semmi „önállóskodás"! Azt és csak azt szabad (és kell!) csinálni, ami a fiókokban levő papírra van írva.

Kövessük emberünket! Az *1.* sz. fiókban levő papíron az utasítás (az egyszerűség kedvéért azt mondjuk a fiók „tartalma"): „Írd fel a 4. fiók tartalmát, írd alá az 5. fiók tartalmát, add össze a két számot!" Emberünk kihúzza a 4., majd az 5. fiókot, megnézi, milyen szám van bennük és visszamegy az 1. utáni (tehát a *2.*) fiókhoz. Ebben azt találja: „Menj a 6. fiókhoz!" A parancsot fegyelmezetten végrehajtja (nem kíváncsiskodik: nem érdekli, hogy mi lehet a 3. fiókban). A *6.* fiók tartalma: „Töröld az 5. fiók tartalmát és írd ugyanoda az előbbi összeadás eredményét!" Tehát: az 5. fiókban levő papírról ki kell radírozni az ott levő számot és helyére kell írni az előbbi összeadás eredményét (amelyet eddig a jegyzetfüzetében rögzített). Visszamegy a 6. utáni (tehát a 7. fiókhoz). Az utasítás: „Add hozzá a 4. fiók tartalmához a 3. fiók tartalmát!" Következik a *8.* fiók: „Az előbbi összeadás eredményét rakd a 4. fiókba!" (A 4. fiókban levő számot kiradírozza, helyére írja az összeadás eredményét.) Folytatja a *9.* fióknál: „Írd fel a 4. fiók tartalmát! Nézd meg, hogy nagyobb-e, mint a 12. fiók tartalma! Ha igen, akkor menj a következő fiókhoz, ha nem (tehát: ha kisebb vagy éppen egyenlő), akkor menj vissza az 1. fiókhoz! A *10.* fiókban ez áll: „Írd le az írógépen az 5. fiók tartalmát!" Végül a *11.* fiók utasítása: „Fejezd be a munkát!"

Minden rendben van, csak még a 3., a 4., az 5. és a 12. fiókokról kell gondoskodnunk, mielőtt barátunk munkához fog. Az 5. fiókba beteszünk egy üres cédulát, a 3. és a 4. fiókba pedig egy-egy olyant, amelyen *1* áll. A 12. fiókba kerülő cédulán legyen 100.

Elhangzik a parancs: Indulj! Mi történik ezután?

Helyettesítsük most mi magunk „emberünket". Kezdjük az 1. fióknál, fegyelmezetten végrehajtva a parancsokat. Nézzük, milyen számokat találunk a 4. és az 5. fiókokban, valahányszor a 9. fiókhoz érünk. (A 3. és a 12. fiók tartalma a munka során nem változik!)

Hányadik alkalommal vagyunk a 9. fióknál?	4. fiók tartalma:	5. fiók
1.	2	1
2.	3	3
3.	4	6
4.	5	10
.....		
10.	11	55
11.	12	66
12.	13	78
13.	14	91
.....		
97.	98	4753
98.	99	4851
99.	100	4950
100.	101	5050

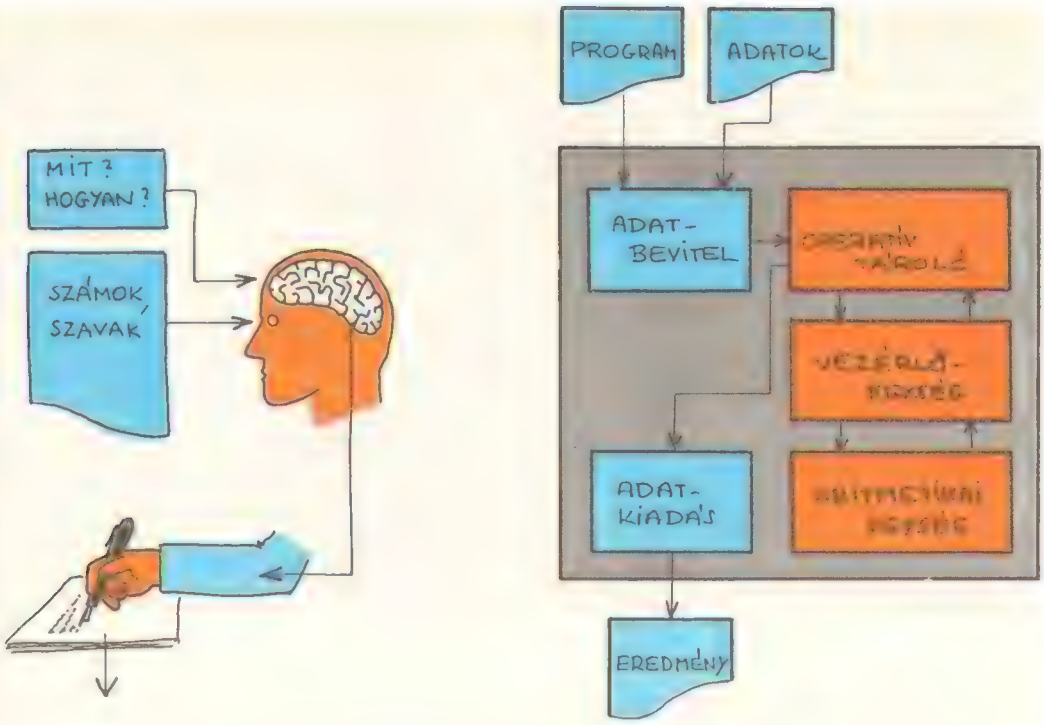
Nincs tovább! A 4. fiók tartalma 101, ami nagyobb, mint a 12. fiók tartalma, vagyis: 100. Most már a 10. fióknál kell folytatni. Kigépeljük az 5. fiók tartalmát: 5050 és a 11. fiók parancsát követve befejezzük a munkát.

Mi volt ez?

Összeadtuk az egész számokat 1-től 100-ig. Az 5. fiókban tároltuk az összeget; a 4. fiókban a növekvő egész számokat és a 3. fiókban az 1 értéket, amivel az egész számokat minden lépésnél növelni kellett, amíg túl nem lépte a 12. fiókban megadott határt: a 100 számot.

Bonyolult? Igaz! Ez a feladat sokkal egyszerűbben és gyorsabban is megoldható. De most nem a *feladat*, hanem a *számítógép működésének* szemléltetése volt a cél.

Amit emberünk jegyzetfüzetének neveztünk, az a számítógép ún. akkumulátora (operatív tárolója). Ebben tárolja a közbenső eredményeket. Emberünk helyén a számítógépben a vezérlőegység és a műveletvégző (ún. aritmetikai) egység van. Ezek léptetik utasításról utasításra a gépet és végzik el a kijelölt műveleteket. A szobában levő szekrényeknek pedig a számítógép tárolói felelnek meg. A számítógépek központi egységében levő tároló (az ún. központi memória) minden egyes rekeszének — példánkhoz hasonlóan — címe és tartalma van. Ez a tartalom lehet szám

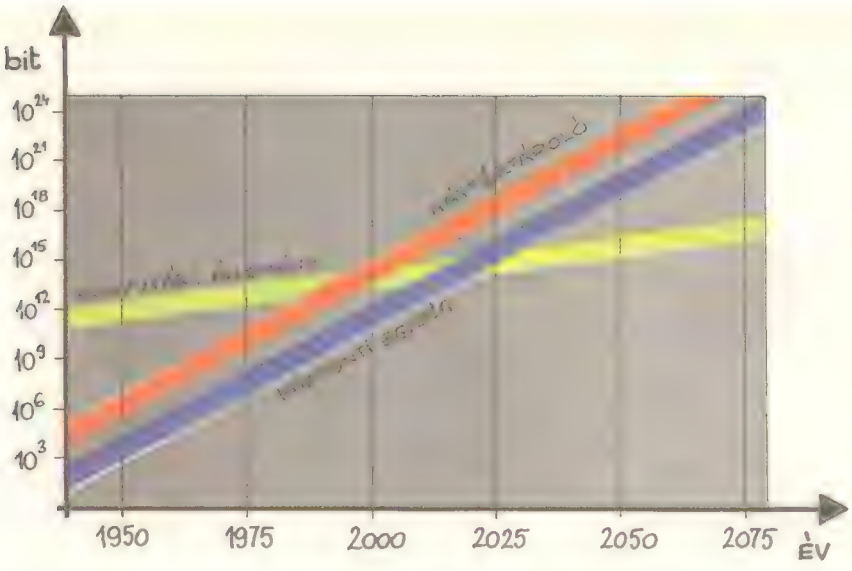


is, utasítás is. A gépbe beírt utasításoknak kell gondoskodniuk arról, hogy a gép ne keressen ott utasítást, ahol számok vannak és megfordítva.

A számítógépeknek egyre több és több adatot kell tárolniuk: növelni kell a memóriát! Ma már olyan gépek is működnek, amelyeknek központi memóriájában 1 milliónál is több, címezhető rekesz van. De még ez is kevés! A számítógépek fejlesztői hamar rájöttek arra, hogy a központi memóriában csak azokat az adatokat és programokat érdemes tárolni, amelyekkel éppen dolgozik a gép. A többi adatot és programot ún. háttértárolókra helyezik, ahonnan azok bármikor behívhatók a gépbe. (Valahogy olyan ez, mint az ember és a könyvek „munkamegosztása". Erről mondotta a Nobel-díjas Szent Györgyi Albert: „A könyvek azért vannak, hogy megtartsák magukban a tudást, mialatt fejünket valami jobbra használjuk".)

A háttértárolók kialakításában is óriási a fejlődés. A kezdeti lyukszalagos, ill. lyukkártyás tárolást — bár még ma is elterjedten használják — fokozatosan felváltja a mágneses tárolás: mágnesdobok, mágnesszalagok, mágneslemezek, valamennyi a mágneses hangrögzítés eredményeit használja fel. (Megfordítva is igaz: a számítógépek mágneses háttértárolóinak fejlesztése során elért eredményeknek is köszönhető a magnetofonok minőségének és miniatűrizálásának fejlődése.) Használunk már kazettás mágnesszalagos adattárolókat, kis hanglemez nagyságú mágneslemezeket. Óriási adatmennyiségeket lehet ezeken tárolni. És a fejlődés nem áll meg! A számítógépgyárak szinte minden évben meglepik a piacot a gépi berendezések (számítógép-szakemberek úgy mondják: a hardware) valamilyen új változatával, amely gyorsaság, méret és tárolóképesség tekintetében felülmúlja a régebbieket.

És ez lesz az információtárolás „válságának" megoldása: Az eddigi fejlődést nyomon követve: a könyvállomány rohamosan fejlődik, de a számítógépek tároló-



kapacitása ennél 10-szer (!) gyorsabban nő. Reális jövendölés, hogy a következő évszázadban már messze túlhaladja a számítógép tárolókapacitása az „információáradatot". Óriási számítóközpontokban lehet tárolni minden lényeges információt, a történelmi adatoktól a napi hírekig, a szállodai szoba rendelésétől a tudományos tájékoztatásig. A számítógéppel kapcsolatba lépni ugyanolyan egyszerű művelet lesz, mint ma telefonálni: mindenki számára lehetővé válik, hogy közvetlenül igénybe vegye a számítógép-szolgáltatásokat.

Utópia? Korántsem! Már ma ismertek azok az eszközök, amelyekkel egy ilyen rendszer kialakítható: csak ezek fejlesztéséről és terjesztéséről kell gondoskodni. (E fejlődést a jövő találmányai csak meggyorsíthatják.) És gondoskodni még valamiről: az emberekről, akik ezt az új eszközt kezelni, céljaikra felhasználni képesek. Mert ne higyjük, hogy csak az ember hat a gépekre. Nemcsak annyiban állt és áll a fejlődés, hogy az ember mindig újabb és újabb gépeket alakít ki. A gépek is visszahatnak az egyénre éppúgy, mint az egész társadalomra.

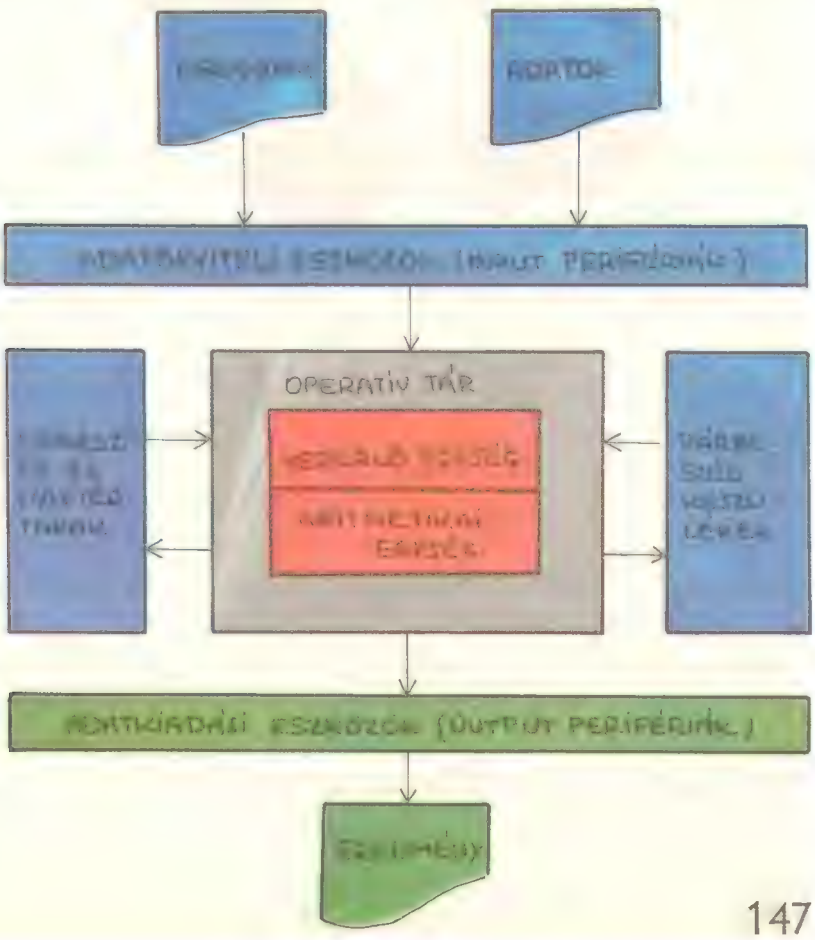
A számítógép átformálja az egész gazdasági—információs szervezetet. Tévednek azok, akik azt hiszik, hogy a számítógép önmagában mindent megold, elegendő megvenni és üzembehelyezni.

A modern számítógépterem képe esztétikailag is kellemes látvány. A tiszta, jól megvilágított és ízléses, légkondicionált helyiségben szép egymás melletti rendben sorakoznak a számítógépegységek. De a számítógép nem ezzel a renddel, hanem az egységek közötti kapcsolattal válik a rendszer szerves részévé. (A túloldali blokkséma szemlélteti ezt a kapcsolatot.)

Nemcsak a számítógépegységek közötti kapcsolatról van szó; magától értetődik, hogy enélkül a gép „elindulni" sem tud. Az „elindulás" azonban édeskevés. Célszerű működésre van szükség, vagyis arra, hogy a számítógép a szervezet (a gyár, a vállalat, az intézmény) szerves részévé váljon. Ehhez pedig elengedhetetlen, hogy megfelelő „összhang" legyen a rendszer valamennyi egysége között (beleértve a számítógépet is). Meg kell változtatni az adatok gyűjtésének és ellenőrzésének menetét, a tájékoztatás és tájékozódás rendjét. Egyes munkaköröket meg kell

szüntetni, új munkaköröket kell bevezetni, s í. t. Lényegében át kell alakítani az egész gazdasági—információs szervezetet, másként a gép csak felesleges teher, költséges „idegen test" marad.

Általában igaz, hogy amikor egy rendszert újabb elemmel bővítünk (különösen, ha olyan jelentős elemmel, mint amilyen a számítógép), gondoskodni kell az új és a régi elemek közötti kapcsolatokról is. Ez viszont gyakran a meglevő kapcsolatokban is változást idéz elő. A kapcsolatok újraalakítása nélkül nem biztosítható, hogy a rendszer továbbra is rendszer (egységes, célszerűen működő egész) maradjon.



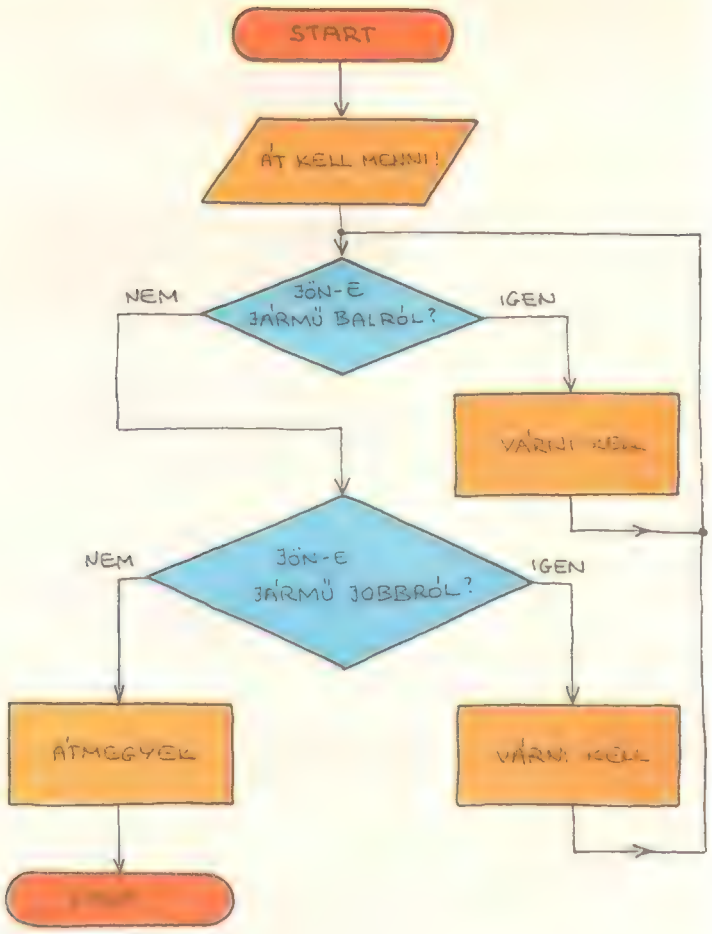
A számítógép átformálja az egyes embert is. A gép szolgaian végrehajt minden utasítást, ezért „megköveteli", hogy szigorúan logikus sorrendben végiggondoljuk feladatunkat, a megoldás minden egyes lépését. Ezt akarta szemléltetni az előbbi — bonyolultnak tűnő — példa az első 100 egész szám összeadásáról. Az egyes lépések áttekintésére, a megoldási folyamat ábrázolására szolgál az ún. folyamatábra. Hasznos játék — és jó felkészülés a számítógéppel kialakítandó későbbi kapcsolatra — egyes hétköznapi, megszokott cselekedeteinkről ilyen folyamatábrát készíteni. Ehhez elegendő csak annyit megjegyezni, hogy a téglalap az *utasítás*, a rombusz a valamilyen *feltételtől függő döntés* jele.

Lássunk egy példát*, nagyon egyszerűt! A feladat: átmenni az út túlsó oldalára.

Egy téglalap elegendő? Aki megunta az életét, annak esetleg, de aki biztonsággal akar átérni, az előbb körülnéz:

* Akit több példa is érdekel, annak figyelmébe ajánlom *Lohberg—Lutz:* Hogyan gondolkodik az elektronikus számítógép (Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1970). c. könyvét.

Ha jön kocsi, várok és újra körülnézek.



Világos, hogy csak akkor mehetek át, ha sem balról, sem jobbról nem jön kocsi. Tovább lehetne finomítani az ábrát ilyen kérdésekkel: „Egyirányú utca?", „Van jelzőlámpa?", „Van aluljáró?" stb., amiktől függően persze másként kell folytatni az utasításokat.

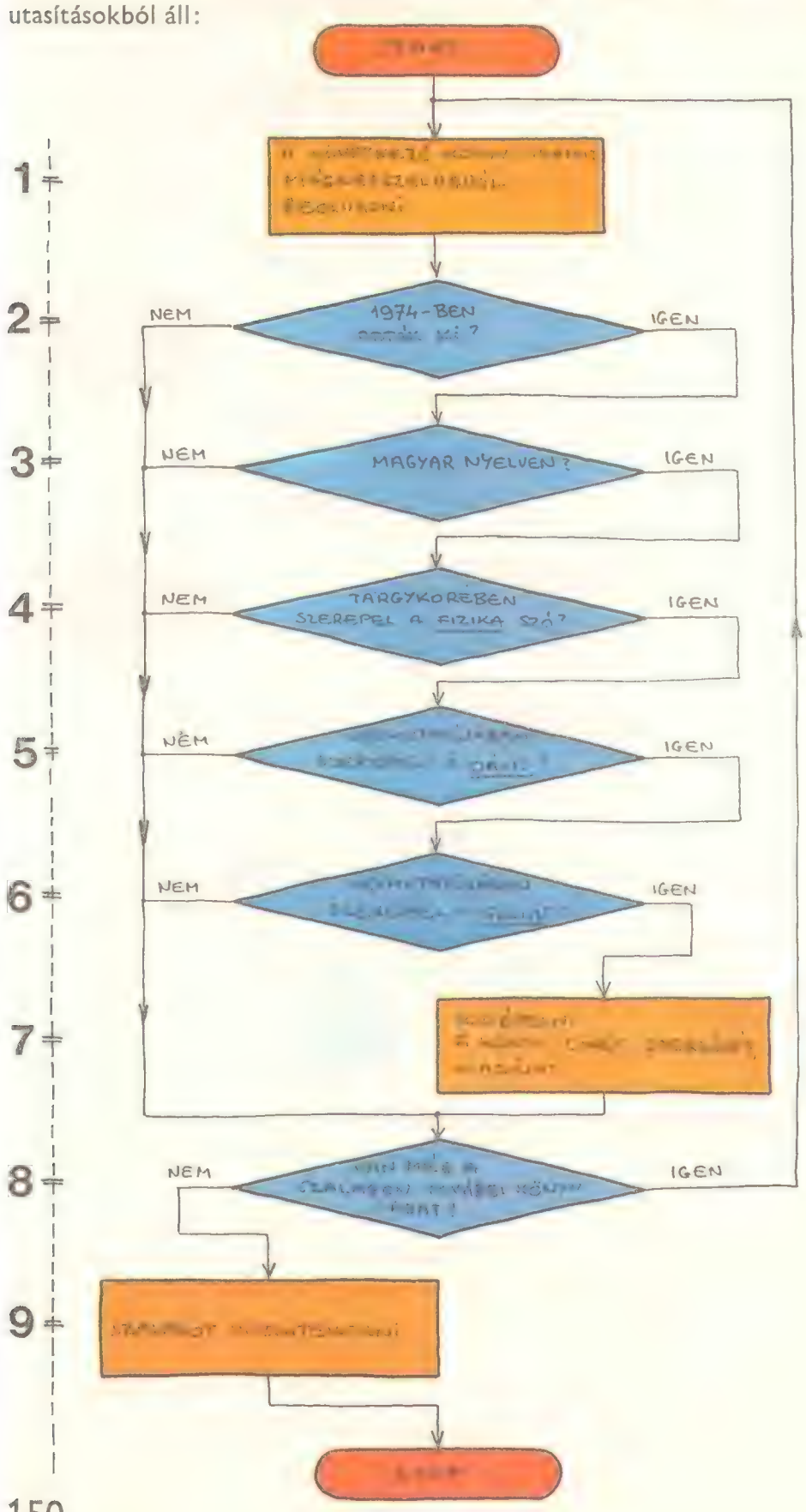
Hasonló módon fogalmazhatunk meg bonyolult keresési feladatokat is; mint pl. a népszerű „Kicsoda—Micsoda" játékot. Nem könnyű, de érdekes gyakorlat egy fogalmat megtaláló folyamatábrát felrajzolni. Egy ilyen folyamat tulajdonképpen kérdések sorozatából áll (vagyis rombuszokkal ábrázoljuk) és az igen—nem választól függően haladunk tovább. Pl.: „az ablakban levő muskátli"-ig sokféleképpen juthatunk el. Egy lehetséges utat ábrázoltunk a 152. oldalon.

És most térjünk vissza a könyvtári nyilvántartáshoz. Lényegében az is „Kicsoda—Micsoda" játék. A kérdést a szempontok helyettesítik. A válasz: igen vagy nem. (A „nem jellemző"-t a gép nem ismeri!) Könyvek esetében a szempont: valamilyen szó (pl.: fizika). A gép betűket is képes tárolni (pontosabban: a betűknek megfelelő valamilyen számot tárol).

Tegyük fel, hogy keresünk egy olyan könyvet, amely 1974-ben jelent meg, magyar nyelvű, tárgyköre fizika és szerepel benne: Dávid és Góliát. Egy — nagyon leegyszerűsített — keresés:

Mágnesszalagon tároljuk az összes könyvet, bibliográfiai adataikkal, rövid jellemzésükkel és névmutatójukkal együtt.

A gép központi memóriájába beviszünk egy programot, amely a következő utasításokból áll:



1. Olvasd be a mágnesszalagról az 1. könyv adatait!

2. 1974-ben adták ki?
   Ha igen: menj a 3. utasításra; ha nem: menj a 8. utasításra!

3. Magyar nyelvű?
   Ha igen: menj a 4. utasításra; ha nem: menj a 8. utasításra!

4. Tárgykörében szerepel a „fizika" szó?
   Ha igen: menj az 5. utasításra; ha nem: menj a 8. utasításra!

5. Névmutatójában szerepel Dávid?
   Ha igen: menj a 6. utasításra; ha nem: menj a 8. utasításra!

6. Névmutatójában szerepel Góliát?
   Ha igen: menj a 7. utasításra; ha nem: menj a 8. utasításra!

7. Gépeld ki a könyv szerzőjét, címét, kiadóját!

8. Van még a mágnesszalagon további könyvadat?

   Ha igen, menj az 1. utasításra, ha nem, fejezd be a munkát!

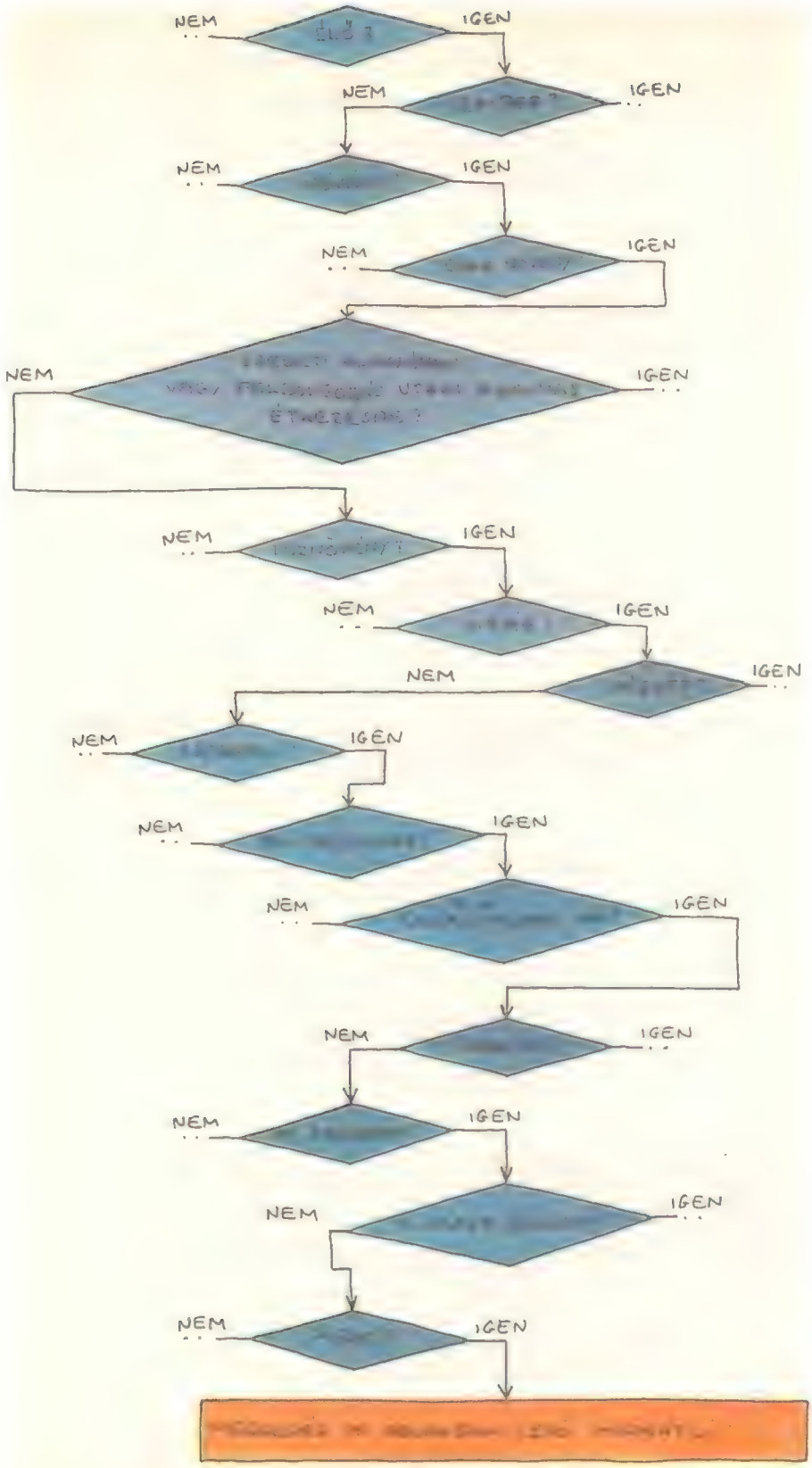
(Persze „rendes programozó" a 8. — feltételes — utasítást még kiegészíti azzal: „ha nem: tekerd vissza a mágnesszalagot" és csak utána fejezteti be a mukát!)

A program eredményeként pl. megjelenik az írógépen egy vagy több könyv címe. (Egy biztosan, mert Taylor—Wheeler: Téridő-fizika, Gondolat, 1974. a megadott összes szempontot kielégíti.)

Ennél persze sokkal gyorsabbak és hatékonyabbak az igazi visszakeresési programok. (Vastörvény, hogy egy program annál jobb és hatékonyabb, mennél rendszerezettebbek a programozó gondolatai.)

Már napjainkban is többmillió oldalnak megfelelő anyagot képesek kezelni a nagy adatkezelő rendszerek és másodperceken belül adnak felvilágosítást. A felhasználóknak nem kell számítógépes ismeretekkel rendelkezniök, anyanyelvükön tehetik fel kérdéseiket, ill. adhatnak választ a „gép kérdéseire".

Aki hozzászokik ahhoz, hogy gondolatait előre rendezze, elképzelve egy feladat megoldásának minden kis részletét, a lehetséges „válaszutakat", az már könnyen boldogul a számítógéppel, még akkor is, ha részleteiben nem ismeri az elektronikus kapcsolásokat.


NEM
IGEN
NEM
IGEN
NEM
IGEN
NEM
IGEN
NEM
IGEN
NEM
IGEN
NEM
IGEN
NEM
IGEN
NEM
IGEN
NEM
IGEN
NEM
IGEN
NEM
IGEN
NEM
IGEN

7. Rendszerezett ismeretek

Idézzük fel még egyszer az előző pont egyik mondatát: „amikor egy rendszert egy újabb elemmel bővítünk... gondoskodni kell az új és a régi elemek közötti kapcsolatokról is..., enélkül nem biztosítható, hogy a rendszer továbbra is rendszer (egységes, célszerűen működő egész) maradjon".

Az információrobbanással szemben egyetlen fegyverünk van: az ismeretek rendszerezése. Amikor tudásunkat újabb elemekkel bővítjük, gondoskodni kell arról is, hogy az újabb ismeretelemek szervesen beilleszkedjenek ismereteink meglevő rendszerébe. Enélkül tudásunk célszerű felhasználása nem biztosítható.

Ma is időszerűek azok a szavak, amelyeket több mint 100 éve írt Kölcsey Ferenc* unokaöccsének:

„Törekedjél ismeretekre! de ismeretekre, melyek ítélet s ízlés által vezéreltetnek. E vezérlet híjával sok ismeret birtokába juthatsz ugyan, hanem ismereteid hasonlók lesznek a szertelen sűrű vetéshez, mely gazdag növésű szálakat hoz mag nélkül. Ítélet által rendbeszedett, s keresztülgondolt ismeret ver mély gyökeret, s őriz meg a felületességtől; ízlés pedig adja azon kellemetes színt, mi nélkül a tudomány setét és zordon: mint a cellába zárkózott remetének erkölcse.

Korunk sok ismeretet kíván, s ez jó oldalai közé tartozik; de sok ismeret utáni kapkodás könnyen oda viszen, hogy címmel és színnel elégedjünk meg; s e hibára hajlás a kor rossz oldalai közt talán a legrosszabb. Ki csak társasági mulatságokban óhajt ragyogni, vagy éppen tudatlanok által akarja magát bámultatni, az könnyű módon elérheti célját, de értelmesektől megvettetik. Hogy a dolgokhoz értők előtt méltólag felléphess, hogy ismereteid mind magadra, mind másokra jóltevőleg hassanak: hosszú, fáradalmas munkára kell elszánva lenned. Mert alapos és egyszersmind sokoldalú tudományt szerezni felette nehéz. Sok olvasás, még több gondolkodás, sok egybehasonlítás, még több gyakorlás, s fogyhatatlan béketűrés és állandóság az, a mi itt megkívántatik."

Nem „erkölcsi prédikációval" akarom zárni ezt a fejezetet, de azt tisztán kell látni, hogy alkotásra és önálló gondolkodásra csak olyan ember képes, aki gazdag és jól szervezett ismeretekkel rendelkezik. Az ismeretek szervezettsége tesz képessé a problémák felismerésére, a legmegfelelőbb problémamegoldási mód kiválasztására. A szervezettséget pedig a gondolkodási rendszer és a rendszergondolkodás jelenti.

* Parainesis Kölcsey Kálmánhoz, 16—17. old.

IV. A műszaki rendszer

„Minden általunk észlelt tárgy számtalan látószögből figyelhető meg; maga a tárgy fogalma azonban független e látószögektől."

(MAX BORN)

1. Riport az autógyárban

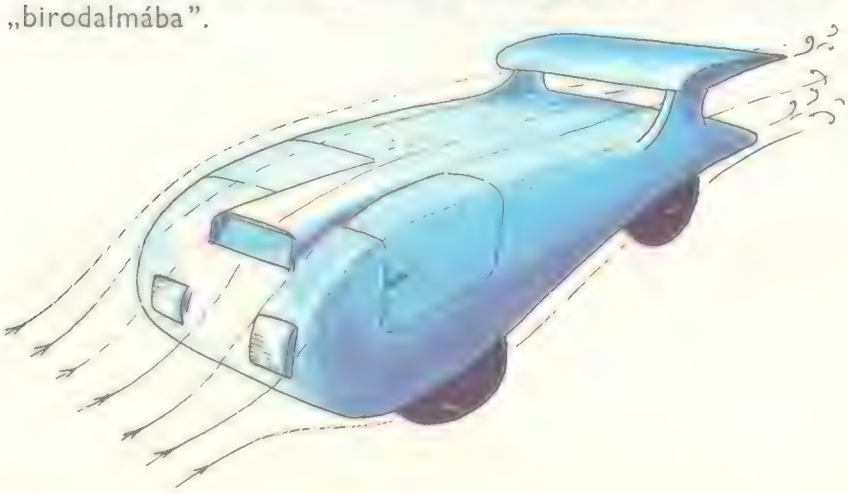
Riporter

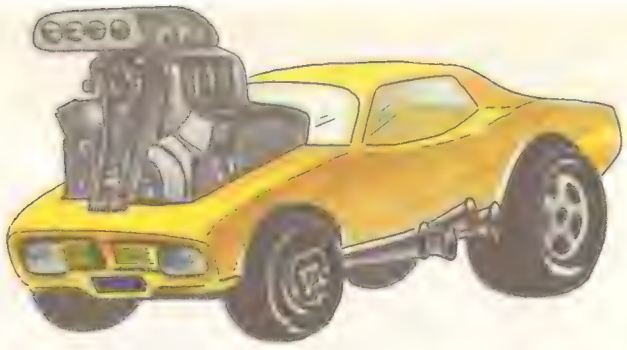
A

Kedves Nézőink! Az „X. Autógyár" szakembereit kerestük fel, azokat, akik egy új gépkocsi kialakításán fáradoznak. Nem az új típus tervei iránt érdeklődtünk, hiszen ezeket megjelenésükig titokban tartják. A gyár szakembereihez — akik, az ipari titok védelme érdekében kérték, hogy nevüket ne közöljük — külön-külön ugyanazzal a kérdéssel fordultunk: *„Mi a legfontosabb egy új gépkocsi létrehozásában?"* Elsőként A-t, az áramlástechnikai laboratórium vezetőjét kérdeztük.

Az egyik legdöntőbb feladat a gépkocsi karosszériájának helyes kialakítása. Hosszú évek óta folytatunk kísérleteket szélcsatornáinkban, vizsgáljuk a különböző formák viselkedését. Ma már mindannyian tudjuk, hogy a karosszéria formájától függ a jármű légellenállása és biztos úttartása. Rég elmúlt már a lovaskocsikhoz hasonló forma korszaka. A mai gépkocsisebességek mellett ez a forma már használhatatlan: a kocsi mögött fellépő örvények szinte visszahúznák, az oldalirányú széllökések pedig felborítanák a gépkocsit. Kísérleteink során lépésről lépésre olyan módon változtatjuk a kocsiszekrény formáját, hogy minél kisebb (határesetben zérus) legyen az ellenállása, a jármű nagy sebességek esetén is jól feküdjön az úton, hirtelen irányváltoztatások hatására se boruljon fel. Azt hiszem nem túlzok, ha azt állítom: áramlástechnikai vizsgálatok nélkül egyetlen új kocsit sem lehet piacra dobni.

Megköszönjük a felvilágosítást és átmegyünk a motorlaboratóriumba, B mérnök „birodalmába".

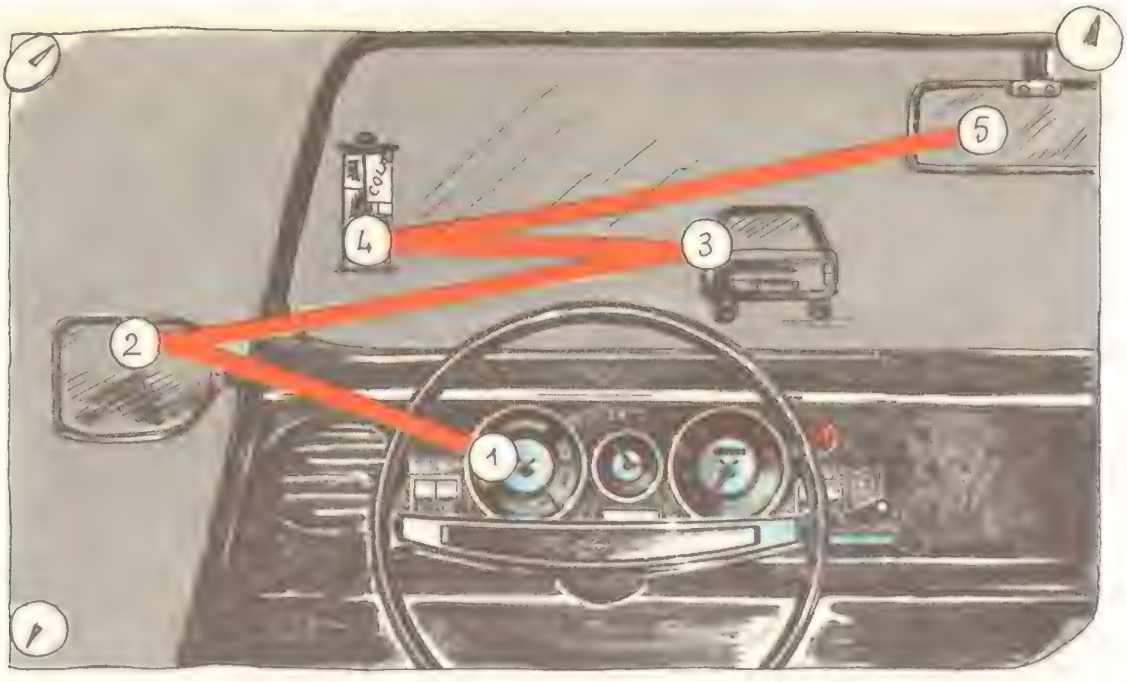




Hogy mi a legfontosabb? Azt hiszem, ez nem lehet vitás, hiszen a gépkocsi szíve a motor. Motor nélkül még egyetlen gépkocsit sem láttam elindulni. De félretéve a tréfát: a motor a gépkocsi energiaközpontja. A jól kialakított — és persze később is jól karbantartott — motor biztosítja, hogy a tüzelőanyagból felszabadult energia minél nagyobb része hasznos munkát végezzen. Nagyon bonyolult és összetett folyamatot kell kézben tartani: a tüzelőanyag és a levegő tökéletes keveredését, a keverék tökéletes elégetését, a keletkezett égéstermék zavartalan eltávolítását. Rendkívüli pontossággal kell a motorban levő hengert és a dugattyúkat kialakítani. Az üzembiztonság mikronokon (a milliméter ezredrészén) múlik. A kicsit is nagyobbra sikerült dugattyú beszorul a hengerbe; ha pedig kisebb a mérete, akkor megszűnik az égéstér szigeteltsége. Gondoskodni kell ezenkívül a motor megfelelő hűtéséről, és még megszámlálhatatlanul sok szempontot kell figyelembe venni egy-egy új motortípus kialakítása során. Olyan szerkezetről van szó, amely a legszélsőségesebb igénybevételeknek van kitéve: pillanatok alatt változik a fordulatszáma, néhány száztól több ezerig; a téli fagyban épp oly biztonsággal kell üzemelnie, mint a forró nyárban; ki kell bírnia a robbanótérben fellépő óriási nyomásokat és így tovább. Gondolom megelégszik ennyivel is?! **B**

Következő „állomásunk" C irodája, ahol az ember—gép kapcsolattal, az ún. ergonomiával foglalkoznak. A szoba falát képek borítják. Az egyik egy régi típusú gépkocsi vezetőjét ábrázolja, amint éppen előrehajol, hogy elérje az ablaktörlő és az ablakmosó kapcsolóit. A másik képen, a gépkocsivezető szemszögéből, a szélvédő látható, egymásba fonódó vonalakkal. Kérdésünkre C válaszol: **Riporter**

A gépkocsi legfontosabb része a vezető! Természetesen a vezetőt nem mi képezzük ki, de nekünk kell gondoskodnunk a vezető kényelméről, arról, hogy a vezető és a gépkocsi kapcsolata a lehető legharmonikusabb legyen. **C**



Riporter A falon levő képeknek ehhez mi közük?

C Képeinkkel azt szemléltetjük, hogy például egy olyan egyszerű művelet is, mint az ablakmosás, milyen problémákat okozhat menet közben. A vezető figyelmét néhány másodpercre leköti az előrehajlás, a kapcsolók elérése. És ezt éppen olyankor kell tennie, amikor az eső miatt a látásviszonyok amúgy is rosszak. Az ilyen figyelemelterelés könnyen lehet baleset forrása. A kapcsolók „kézközelbe" helyezése megkönnyíti a kezelést, a vezető dolgát. Vizsgálati módszereinket szemlélteti a fenti kép: A kísérleti alany szeme a számozás sorrendjében „tapogatta le" a műszerfal és környezetének különböző pontjait. Az ilyen vizsgálatok célja: megtalálni a műszerek lehető legjobb elrendezését. Tapasztalataink szerint még annak is jelentősége van, hogy a műszertábla egyes fényei milyen színűek, a kezelőszervek milyen alakúak. Meggyőződésem, hogy egy új gépkocsi kialakításakor a korábbiaknál sokkal nagyobb figyelmet kell fordítani az ember és a gép kölcsönös egymásra hatására, vagy ahogy mi mondjuk: az ergonómiai szempontokra.

Riporter Ezek közé tartoznak a biztonsági szerkezetek is?

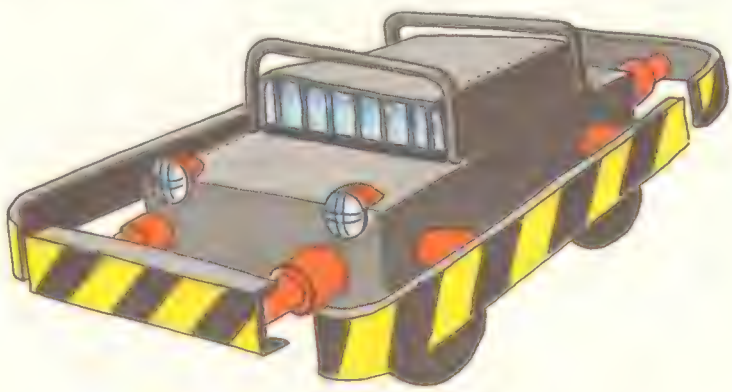
C Nem szükséges bizonyítani, hogy a mi szempontjaink szerint helyesen kialakított gépkocsit biztonságosabban tudja irányítani a vezető. Ennyiben „biztonságtechnikai" munkát is végzünk, de a biztonsági berendezések ügyében D osztályához kell fordulnia.

Riporter D-t az „Oszkár-csarnokban" találtuk. Oszkár-nak nevezik azt az embernagyságú, felműszerezett bábút, amelyet a kísérleti gépkocsiba ültetnek és rajta vizsgálják, milyen hatások érhetik az embert különböző típusú balesetek alkalmával. Amikor beléptünk a csarnokba, óriási csattanással éppen egy gépkocsi vágódott neki egy betonfalnak. A mérnökök a roncshoz siettek és hosszasan vizsgálták a kocsit, ill. a benne ülő „Oszkárt". Csak nagysokára tudtuk D-t a mikrofonhoz csalni.

Mi a legfontosabb a gépkocsinál? Nézzen erre a roncsra és rögtön rájön! Gondoskodni kell arról, hogy a gépkocsi a mai forgalmi viszonyok között is biztonságos szállítási eszköz legyen. Olyan járművekre van szükség, amelyek sértetlenül kerülnek ki a kisebb koccanásokból és utasai a nagyobb sebességű ütközések után is életben maradnak. Az ilyen kísérletek, amelyekből egyet éppen láthatott, százezrek életét mentették és mentik meg. E kísérletek és a tényleges balesetek elemzése alapján bizonyosodott be a biztonsági szíj vitathatatlan előnye. Rájöttünk arra, hogy a balesetek halálos kimenetele csökkenthető rugalmas energiaelnyelő szerkezetekkel; olyan felépítéssel, amely biztosítja, hogy az erősebb ütközések hatására a motor ne az utastérbe, hanem az alá csússzon; megerősített vázszerkezetekkel, amelyek a boruláskor védik a bent tartózkodókat. Az utastérben levő felületek legömbölyítése, a párnázott felületű, összecsúsztatható kormány és még sok más szolgálja ezt a célt. **D**

Mindezt fontosabbnak tartja, mint a motor vagy a karosszéria kialakítását? **Riporter**

Nézze, lehet egy autó szép, gyors, olcsó, kényelmes, de ha nem biztonságos, akkor nem sokáig örülhet neki a tulajdonosa! Hát ez az én véleményem, és most elnézést, de folytatnom kell a munkát. **D**



További utunkon E volt a kalauzunk, aki világosan kifejtette, hogy az új gépkocsival kapcsolatban a legfontosabb az értékesíthetőség. „Tömeggyártásra alkalmas és viszonylag olcsó kocsikat csak úgy gyárthatunk, ha — amennyire csak lehetséges — csökkentjük az anyag- és munkaerő-felhasználást." Elmondotta, hogy külön laboratóriumban vizsgálják az egyes alkatrészek élettartamát. „Igen nagy feladatot jelent összhangba hozni a tartósságot és a költségeket. Egyetlen alkatrésznek sem szabadna „idő előtt" felmondania a szolgálatot, de a „túlzottan tartós" alkatrész sem cél, ha ez többletköltséget jelent. Mit ér a vevő azzal, ha valamelyik szerkezeti elem élettartama mondjuk hétszer akkora, mint az egész kocsié és ezért kétszer annyiba kerül? Az ilyen többletköltség az egész kocsi — és így a vevő — szempontjából felesleges." Hosszan elemezte a tömeggyártás előnyeit és nehézségeit... Tőle elbúcsúzva találkoztunk az Állami Környezetvédelmi Hivatal képviselőjével. Hallgassuk meg az ő szavait is: **Riporter**

„Egy új gépkocsi légszennyező hatásának a lehető legkisebbnek kell lennie. Nem szabad megengedni, hogy a gépkocsik kipufogó gázai megmérgezzék a városok levegőjét. Meg kell akadályozni, hogy a gépkocsik zaja tönkretegye az emberek **Á. K. H. képviselője**

idegeit. A modern közlekedés gyorsasága, kényelme, vagy bármely más előnye sem képes ezeket a hátrányokat ellensúlyozni. Mindannyiunk eszményképe a zajtalan és tökéletesen tiszta gépkocsiforgalom, de persze ez elérhetetlen vágyálom. Mindent meg kell tennünk azonban annak érdekében, hogy közelebb kerüljünk ehhez az ideálhoz. Vitathatatlanul (valamennyiünk, az egész emberiség érdekében!) a környezetvédelmi szempontok a legfontosabbak az új gépkocsik megítélésénél!"

Riporter

Kedves Nézőink! Adásidőnk lejárt, pedig a gyárnak még egyharmadát sem láttuk. Ilyen rövid közvetítés keretében nem tudhattunk (nem is akarhattunk) teljes áttekintést adni a gyártási és fejlesztési munkákról; bepillantást nyertünk viszont azokba a gondolatokba, amelyek együtteséből alakul ki végül az az — önmagában is — összetett rendszer, amely korunk közlekedésének nélkülözhetetlen eleme: a gépkocsi.

2. Beszélgetés a riportról

Olvasó Ez a riport jól összekavart engem! A korábbi beszélgetések után már érdeklődéssel vártam a „Műszaki Folyamatok Nagy Egységes Rendszerét", és akkor jönnek az autógyári szakemberek és kiderül: mindegyik a saját munkájának eredményét tartja a legfontosabbnak.

Szerző Nem értem a csalódásodat! Talán azt vártad, hogy az áramlástechnikus lekicsinylően nyilatkozzék a szélcsatorna-kísérleteiről vagy a biztonságtechnikával foglalkozó feleslegesnek minősítse az „Oszkár-kísérleteket"?

Olvasó Azt éppen nem, dehát ezek után ki mondja meg, hogy mi a legfontosabb a gépkocsinál?

Szerző Rossz a kérdés! A legfontosabb: az egész társadalom.

Olvasó Na ne viccelj! Gépkocsiról beszélünk, annak tulajdonságairól; miért kevered bele a társadalmat?

Szerző A gépkocsi talán nem az emberi társadalom érdekében létrehozott technikai eszköz?

Személygépkocsikról van szó, azok pedig egyes emberek tulajdonában vannak, azok érdekeit szolgálják. **Olvasó**

Függetlenül a többitől? Tekintet nélkül a többire? Minden gépkocsitulajdonos azt csinál, amit akar? **Szerző**

Természetesen a közlekedési rend keretein belül. De azt figyelembe véve már szabadon választja meg útirányát, sebességét. **Olvasó**

Tehát „a közlekedési rend keretein belül"! Ez már önmagában is fontos megállapítás. Pontosabban fogalmazva: minden egyes gépkocsi a közlekedési rendszer eleme. Működése — mindenekelőtt — ennek a rendszernek az érdekeivel nem lehet ellentétes. **Szerző**

Ezt rögzítik a KRESZ előírásai... **Olvasó**

...és az ún. közlekedési erkölcs íratlan törvényei. De maga a közlekedési rendszer részrendszere az egész társadalomnak. Működése nem lehet ellentétes a társadalom érdekeivel. **Szerző**

Ezt — gondolom — a környezetvédelmi előírások veszik figyelembe... **Olvasó**

Valamint a közlekedésfejlesztés terve; a nagyvárosi metróhálózat, a sétálóutcák kialakítása, a parkolóközpontok létrehozása és még egy sor más intézkedés. **Szerző**

Akkor már végleg nem ismerem ki magam! Mindezeket *egyszerre* lehetetlen figyelembe venni. Aki sokat markol, keveset fog — aki mindent akar vizsgálni, semmit sem fog megtudni. **Olvasó**

Nem is arról van szó, hogy *ugyanaz* a személy foglalkozzon a szélcsatorna-kísérletekkel, a motorfejlesztéssel és az úthálózatok kialakításával. De egymásról tudniuk kell! **Szerző**

Mit ér az, ha tudnak egymásról, de mindegyik csak a saját szempontja szerinti legjobbat akarja? A formatervező például változatos, egyedi kocsiformákat akar, a tömeggyártás szempontjából meg ellenkezőleg, az egyforma, sériakocsik a jók. Ki tud ebben eligazodni? **Olvasó**

Nemcsak a gépkocsikra igaz ez, hanem — szinte kivétel nélkül — az egész ipari termelésre. Elég, ha az építőipart említem. A városkép változatossága és a házgyári tömegtermelés, látszólag ellentmondó érdekeket jelentenek. **Szerző**

Miért csak látszólag? **Olvasó**

Mert valójában éppen abból születik meg az össztársadalom szempontjából legjobb megoldás, hogy mindenki a maga területén a legjobbra törekszik. Ezeket kell aztán — persze bizonyos fokú megalkuvással — egy magasabb szempont szerinti legjobbra egyesíteni. **Szerző**

A VW kocsik főkonstruktőre, Ernst Fiala mondotta egyik interjújában: „Az autóépítésnél számtalan szempontot kell figyelembe venni. Nem készíthetünk pl. különlegesen kis fogyasztású járművet, mert annak egyéb hátrányai lennének. A megalkuvást kell megtalálnunk." (Autó-Motor, 1977. évi 10. szám.)

Mit jelent itt a megalkuvás? **Olvasó**

Szerző

Pl. — hogy tovább idézzem — „a karosszéria túlzott áramvonalazása a kényelem terhére menne. A motor fordulatszámának csökkentése a temperamentumot rontaná". A biztonságtechnikailag legjobb kocsi tömeggyártásra alkalmatlan vagy nagyon drága lenne. Engedni kell a „negyvennyolc"-ból, megtartva a biztonsági szerkezetek legfontosabb elemeit. Figyelembe kell venni, hogy „az eszményi motorbenzin" követelményeit sem csak a motor szabja meg, hanem a környezetvédelmi feltételek is (sőt: elsősorban azok!). Más szóval: bármely részkérdés megoldása csak akkor fogadható el, ha az az egész szempontjából is megfelelő.

Olvasó Minden világos, csak most már azt nem értem, hogy mi szerint lehet a technikában munkamegosztást kialakítani. Szerinted itt mindenkinek mindenhez értenie kell!

Szerző Te mondtad, hogy ez nem lehetséges! Szükség volt, van és lesz különböző szakemberekre, specialistákra, akik ugyanazt különböző oldalakról, különböző szempontokból vizsgálják, fejlesztik.

Olvasó És melyik írja le a valóságot?

Szerző Mindegyik és egyik sem! Mindegyiket más-más szempontok vezérlik és a maga szempontjából mindegyiknek igaza van. De figyelemmel kell lenniük arra is, hogy a vizsgálat tárgya maga összetett, sokoldalú; tulajdonságai, jellemzői a szubjektív (egyéni) szempontoktól függetlenek.

Olvasó Szóval — kilátástalan! Mindentudónak kellene lenni, hogy az egészet összességében átfogjuk.

Szerző Ennyire azért nem állunk rosszul! Vannak olyan módszereink, amelyekkel tájékozódni tudunk és összekapcsolhatjuk a különböző tudományágak szempontjait.

Olvasó Nosza, lássuk őket! Melyek azok a módszerek, amelyekkel minden tudomány egységes egésszé áll össze?

Szerző Ennyire viszont még nem állunk jól! Messze vagyunk még attól, hogy — miként az ábécé betűiből, mint elemekből a különböző könyveket — egységes elemekből tudjuk összerakni a különböző tudományokat. Egyelőre elégedjünk meg az ismertebb műszaki folyamatok egységes szemléletével. Ehhez is türelmedre és segítségedre lesz szükség.

3. A rendszer állapota

Fölcsigáztad az érdeklődésemet! Hol van az a titokzatos varázsszó, amellyel végre előttem is feltárulhat a műszaki tudományok rejtelmes Szezám-kapuja? **Olvasó**

Ne túlozd el a dolgot, nem a „bölcsek kövét" keressük! Egyébként is: türelmedet és segítségedet kértem. Most különösen a türelemre lesz szükség. Egy kicsit (vagy talán nagyon is?) el kell térnünk a technikától, hogy aztán visszakanyarodva váljon ahogy mondani szokás — „gyakorlativá" beszélgetésünk tárgya. **Szerző**

Rendben van! Hol akarod kezdeni? A relativitáselméletnél vagy a kvantummechanikánál? **Olvasó**

No, olyan messze azért nem kalandozunk el! Bár — jól tudod — napjaink technikája már elképzelhetetlen lenne a XX. század fizikájának ezen felfedezései nélkül. Nemcsak az atomerőművek vagy az űrhajózás, de a számítástechnika vagy a televízió is a modern fizikára épül. Mi mégsem megyünk ilyen messzire. Először is arra válaszolj: mit is nevezünk technikának? **Szerző**

Ezt jókor kérdezed. Mintha a könyv eddigi beszélgetéseiben nem erről lett volna szó... Újra kezdjük a társadalmi, történeti és gazdasági eszmefuttatásokat? **Olvasó**

Nem! Most csak a technika és a természettörvények kapcsolatáról lesz szó. **Szerző**

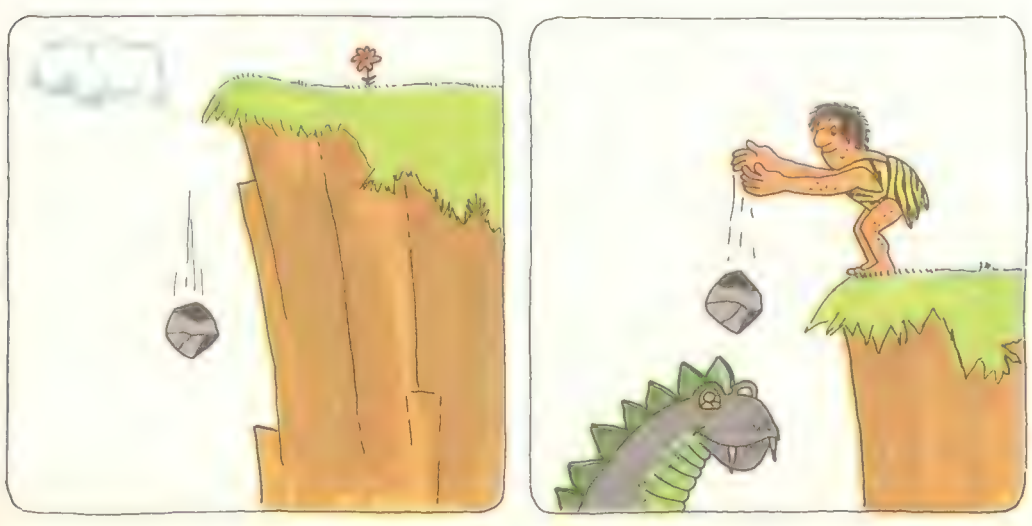
Gondolom, ez is elegendő; így sem könnyű válaszolni a kérdésre. **Olvasó**

Nézd ezt a rajzot! Mi a különbség a bal és jobb oldal között? **Szerző**

Talán viccelsz? Kérdezd inkább azt, hogy mi a közös bennük: repül egy kő! **Olvasó**

Pontosabban: a nehézségi erő mindkét esetben szabad esésre kényszeríti a követ. **Szerző**

Hol itt a technika? **Olvasó**



Szerző A bal oldalon sehol, de a jobb oldalon a kődarabot és a szabadesést az ember felhasználja arra, hogy a táplálkozásához szükséges állatot elejtse.

Olvasó Szóval a technika alkalmazott, felhasznált természettörvény.

Szerző Annál persze több is, de mindenesetre nem létezhet olyan technikai berendezés, amely ellentmondana a természettörvényeknek. Ebből a szempontból a technika *„az ember tudatos akaratának alávetett, célszerűen működtetett és célszerűen megválasztott természeti erők, folyamatok és természeti anyagok... amelyek hatalmat biztosítanak a külső természet felett".**

Olvasó Ez érthető és ebből az is következik, hogy a műszaki folyamat: célszerűen működtetett természeti folyamat.

Szerző Vagyis: a műszaki berendezés feladata lényegében „csak" annyi, hogy e folyamatok valamilyen meghatározott cél eléréséhez szükséges, célszerű irányát biztosítsa. Az ember nem változtathatja meg a természeti törvényeket! Csak arra van módja, hogy azokat a kereteket változtassa, amelyek között e törvények érvényesülnek.

Olvasó Úgy értsem, hogy a gépkocsi kialakítása is csak ezeknek a kereteknek a változtatása? Nem túlzott leegyszerűsítése ez a technikának?

Szerző Megállapodtunk abban, hogy most — és még egy jó darabig — csak a technika és a természettörvények kapcsolatáról beszélünk. Ilyen szempontból idézzük fel, mivel foglalkoznak pl. az X. gyár motorműhelyében. Csak két mondatot B. szavaiból:

1. „A tüzelőanyag és a levegő tökéletes keveredése„:

Olyan folyamatról van szó, amelybe „belép" (külön-külön) a tüzelőanyag és a levegő, és „kilép" a keverék. A keveredési folyamat törvénye: természettörvény. A mérnök „csak" a feltételeket változtathatja: a keverőtér alakját és nagyságát, azt a sebességet, amivel a tüzelőanyag és a levegő a keverőtérbe belép, a belépés helyét és keresztmetszetét, és így tovább. De! Éppen ezek fogják meghatározni, hogy a rendelkezésre álló időn belül mennyire lesz tökéletes a keveredés.

2. „A keverék tökéletes elégetése":

Olyan folyamatról van szó, amelybe „belép" az éghető keverék és „kilép" az égéstermék (az ún. kipufogó gáz). Az égési folyamat törvénye: természettörvény. A mérnök „csak" a feltételeket változtathatja: az égéstér alakját és nagyságát, a gyújtás időpontját és így tovább. De! Éppen ezek fogják meghatározni, hogy mennyire lesz tökéletes az égés, marad-e elégetlen tüzelőanyag a kipufogó gázban.

Folytathatnánk még tovább, akár az „Oszkár-kísérletekkel" is, ahol nem az ütközés természettörvényeit akarják megváltoztatni (hiába is próbálkoznának vele), „csak" a gépkocsi szerkezeti kialakítását. Ezzel irányítják az ütközés során fellépő erőhatásokat úgy, hogy azok ne pusztítsák el a kocsiban ülő embert.

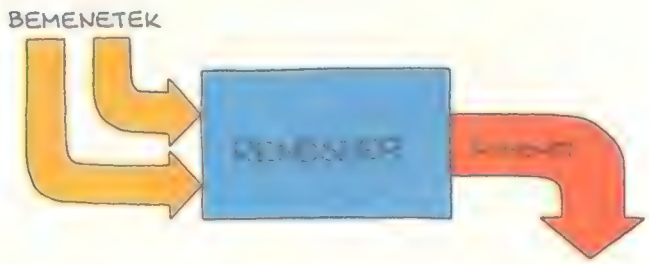
---

* *Ágoston:* Az ember és a technika. Kossuth, Budapest, 1965.

Még mindig nem látom, hogy mi a közös ezekben a — lényegében különböző — feladatokban?! **Olvasó**

Pedig ez a néhány példa is elegendő volt annak felismerésére, hogy minden esetben szerkezetünk (a keverőtér, az égéstér, a kocsiszekrény) valamilyen külső hatásra (a tüzelőanyag és a levegő bevezetésére; a szikragyújtásra, az ütközésre) „válaszol". A szerkezetet úgy kell kialakítani, hogy ez a „válasz" megfeleljen az ember céljainak. **Szerző**

Nagyon vázlatosan: adott valamilyen emberi cél. Létrehozunk egy olyan rendszert, amelynek rendeltetése: e cél elérése, más szóval: a természeti folyamat olyan irányítása, hogy a bemenet a célnak megfelelő kimenetté alakuljon át.



Egy természeti folyamat tehát akkor tekinthető műszaki folyamatnak, ha az ember tudatos akaratának alávetett, megfelelő irányban halad? **Olvasó**

Lényegében igen, bár a megfelelő irány sohasem jelenti a legmegfelelőbbet. A természettörvények nem tökéletes ismerete, az állandóan fellépő zavaró hatások miatt a folyamat tökéletes kordában tartása sohasem sikerülhet. Az ember már ősidők óta — ha nem is mindig tudatosan, de — felhasználja a természeti folyamatokat a természettel vívott harcában; s mennél jobban megismeri őket, mennél jobban feltárja törvényeit, annál inkább számíthat sikerre felhasználásuk célszerűségében. **Szerző**

Világos! Az ember nem a folyamatot, csak a feltételeket változtatja. **Olvasó**

Nem így mondtam! A törvényeket nem tudjuk változtatni, de a folyamatot igen. **Szerző**

Hogyan? Nem arról volt szó, hogy a műszaki rendszerben végbemenő folyamat is természeti folyamat, csak éppen a nekünk megfelelő irányban halad? **Olvasó**

Szerinted mit nevezünk folyamatnak? **Szerző**

Azt a jelenséget, amelynek során valami megváltozik. **Olvasó**

Hol? **Szerző**

Mi az, hogy hol? Hát abban a berendezésben, amiben a változás történik. Nyilván nem az egész világegyetemet vizsgáljuk egyszerre! **Olvasó**

Szerző Mindenekelőtt el kell különítenünk azt a térrészt, amelyen belüli változásokat akarjuk vizsgálni. Ehhez viszont nem elegendő, hogy egyszerűen körülhatároljuk ezt a részt. Az anyagi világ egységes és az általad önkényesen kihasított részt nem különítheted el az egésztől.

Olvasó Nem hiszem, hogy ily módon vizsgálatokra egyáltalán lehetőség lenne. Az egész világgal egyszerre lehetetlen foglalkozni.

Szerző Talán megszűnik azzal a környező világ hatása, ha csak a kihasított résszel foglalkozol?

Olvasó Ezt nem állítottam! A környezeti hatásokat nem hagyhatom figyelmen kívül.

Szerző A közös szemlélet kialakításához tehát mindenekelőtt három fogalmat kell tisztáznunk. Ezek: a rendszer, a környezet és a kettő közötti kölcsönhatás.

Olvasó A rendszer az a „bizonyos" körülhatárolt rész, amellyel foglalkozunk...

Szerző ...és amely valamilyen külső hatásra ismert vagy megadott módon reagál.

Olvasó Ez így túl általános! Teljesen önkényesnek tűnik, hogy meddig tart a rendszer és hol kezdődik a környezet.

Szerző Valóban önkényes, hogy hol húzod meg a határt. Mindig attól függ: mit és miért vizsgálsz?

Olvasó Az is önkényes, hogy mit tekintek rendszernek?!

Szerző Nem egészen. A rendszer kijelölésével közös egységbe foglalunk bizonyos elemeket. Márpedig *„a gondolkodás, ha nem akar bakot lőni, csak azokat az... elemeket foglal-*

hatja össze egységbe, amelyekben... ez az egység már előzetesen megvolt", mondja Engels és hozzáteszi: „*ha a cipőkefét az emlős állatok egységébe foglalom, ettől még egyáltalán nem fog tejmirigyeket kapni*".

Olvasó Én sem arra gondoltam, hogy a gépkocsimotort, a cipőkefét és a Lánchidat tekintsem egy rendszernek. De talán meghatározható, hogy mikor és mi szerint tekintünk valamiket egy rendszerbe tartozóknak?

Szerző Nem is hiszed, milyen nehéz kérdést tettél fel. Tudósok százai vitatkoznak azon, hogy milyen módon lehetne m i n d e n rendszerre érvényes meghatározást adni. Nekünk azonban — szerencsére — nem szükséges teljes általánosságban fogalmazni. Elegendő, ha csak a műszaki rendszerekről beszélünk és így elfogadhatjuk azt a nézetet, hogy a rendszer bizonyos elemek és a közöttük levő kapcsolatok olyan összessége, amely meghatározza, hogy a rendszer valamilyen külső hatásra milyen állapotba kerül és milyen módon hat vissza a környezetére.

Olvasó Álljunk meg! Itt egyszerre több új fogalmat is használtál: elemek, kapcsolatok, állapot. Előbb talán azt kellene megmondani, hogy ezeken mit értünk!

Szerző Az ún. rendszerelemzés egyik célja éppen az, hogy meghatározza: milyen *elemekből* tevődik össze a rendszer és ezen elemek hogyan szerveződnek egységes egésszé, vagyis, milyenek az elemek közötti *kapcsolatok*.

Olvasó Azt hiszed, hogy ezzel válaszoltál arra, hogy mit nevezünk elemnek és mit kapcsolatnak?

Szerző Tudom, hogy nem! Nem is célom most általános érvényű meghatározásokkal foglalkozni.

Olvasó Így viszont az egész beszélgetésünk a levegőben mozog.

Szerző Ne félj! Hamarosan visszaszállunk a Földre! Most elégedj meg annyival, hogy az elemek a rendszer részei. Így pl. a motor, a karosszéria, a műszerfal — a gépkocsirendszer részei. Az égéstér, a porlasztó, a dugattyú, a henger — a motorrendszer részei és így tovább. Később még szó lesz erről. Foglalkozzunk egyelőre a rendszer állapotával...

Olvasó ...amire ugyancsak elfelejtettél meghatározást adni.

Szerző Nem felejtettem el, de nem is mondunk rá többet, minthogy az állapot fogalma *alapfogalom*. Alapigazságként (úgy mondják: axiómaként) fogadjuk el, hogy *a rendszernek van állapota.*

Olvasó Ennek kissé „kinyilatkoztatás" íze van.

Szerző Annak is veheted, de talán kételkedsz az „állapot" létezésében?

Olvasó Nevetséges! Ami létezik, az természetesen mindig valamilyen állapotban van. Ebben nem lehet kételkedni.

Szerző Tehát olyan állítás, amit bizonyítás nélkül elfogadhatunk. A tudományrendszerek éppen ilyen — bizonyítás nélkül elfogadott — alapfogalmakra, ún. axiómákra épülnek fel. (Bizonyára hallottál már pl. a geometria axiómáiról.) A tudományok minden további állítása már vagy meghatározás, vagy az axiómákra visszavezethető, azok alapján bebizonyítható tétel.

Olvasó Teljes mértékben egyetértek azzal, hogy valahonnan el kell indulnunk. A tapasztalat, a meglevő ismeretek alapján sok mindent elfogadunk bizonyítás nélkül. De miért kezdjük Ádámnál és Évánál? Az emberi tapasztalat, a technika évezredes fejlődése annyi ismeretet halmozott fel, amennyi bőven elegendő ahhoz, hogy minden szakterület a „saját", bizonyítás nélkül elfogadott állításaira építsen. Elegendő lenne talán azokat az axiómákat tisztázni, amelyek az egyes technikai rendszerek megértéséhez szükségesek.

Szerző Tulajdonképpen igazad van, de akkor nem tudom miért fogtunk hozzá ehhez a beszélgetéshez? Külön-külön is tárgyalhatók — és megérthetők — az egyes műszaki folyamatok, saját axiómarendszerük alapján. De nem arról volt szó, hogy a különböző szakterületeket szeretnénk „közös nevezőre" hozni? Akkor pedig ki kell lépnünk a megszokott keretekből!

Olvasó Ez természetes! De nem szeretném, ha beszélgetésünket a felhozott példák „papírszagúvá" tennék, és eltávolodnánk a gyakorlati élettől!

Szerző Megint a gyakorlatot említed, mintha legalábbis eddig a „cserebogarak halhatatlanságáról" beszélgettünk volna! Ne haragudj, de erre Furnasnak, az USA egyik legnagyobb ipari kutatóintézete vezetőjének szavaival válaszolok. Ő, aki igazán nem minősíthető elefántcsont toronyba zárkózott tudósnak, írja a következőket: *„Az ipari kutatás egyes vezetői gyakran büszkélkednek azzal, hogy „gyakorlati emberek". Meg kell azonban jegyezni, hogy a gyakorlat nem választható el a tudományos*

felkészültségtől, . . . hiszen az új problémák megoldása nem mindig kézenfekvő, ellenkező esetben azokat valaki már megoldotta volna."

Olvasó Vitathatatlanul igaza van! De Te miért vagy szinte allergiás a „gyakorlat" szóra?

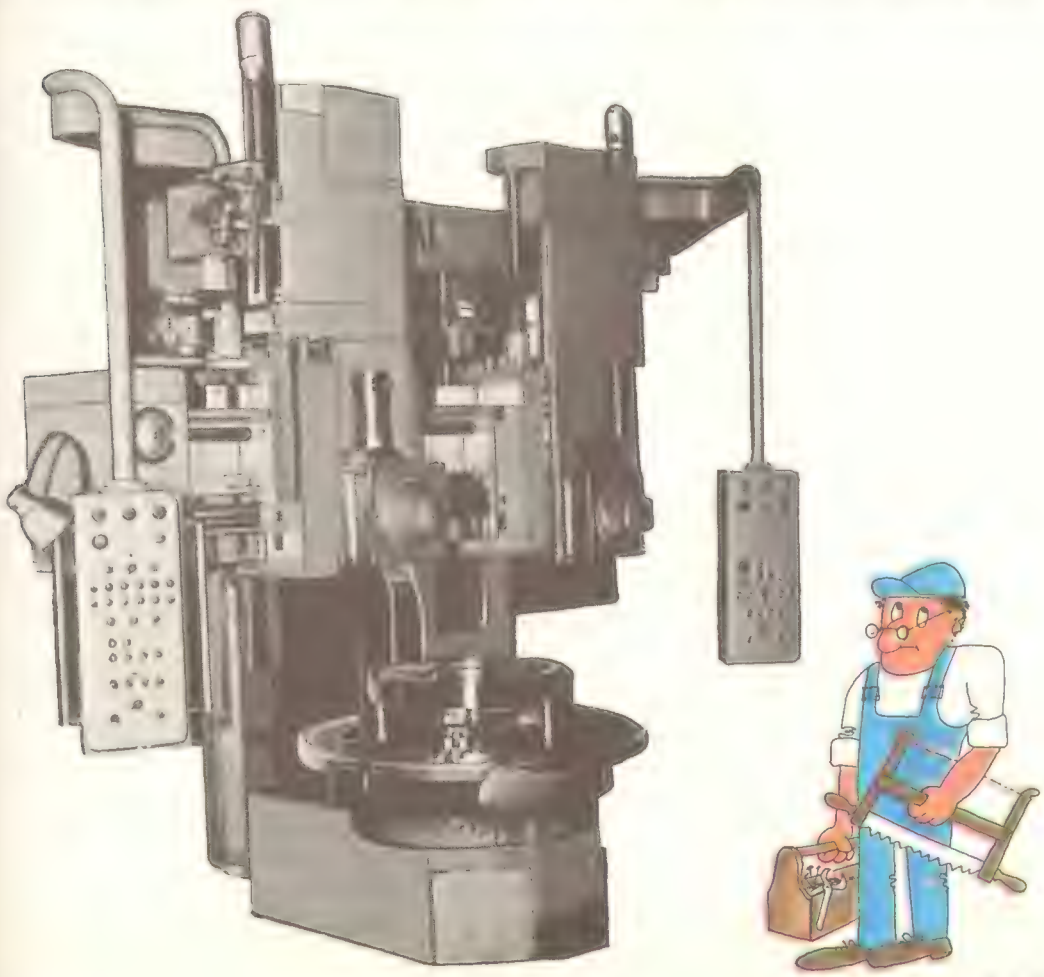
Szerző Mert nem értem, miért kell annyit hangoztatni a gyakorlat szót! Magam is gyakorlati ember vagyok. Nem hiszem azonban, hogy azzal szolgáljuk a gyakorlatot, ha állandóan hangoztatjuk ezt a szót. Próbáljunk meg kevesebbet *beszélni* és többet *tenni* a gyakorlatért. Ez viszont megfelelő elméleti képzettség és gyakorlati tapasztalat nélkül nem megy!

Olvasó Véleményem szerint más jellegű képzettséggel kell rendelkeznie egy elméleti tudósnak és mással egy gyakorlati szakembernek.

Szerző Ez igaz, de nem attól válik valaki „gyakorlati emberré", hogy nem ért az elmélethez és mindent „megérzés" alapján akar megoldani. A tudatlanságot, képzetlenséget „gyakorlati" álarc mögé rejteni, enyhén szólva félrevezetés. A sakkmester „gyakorlata" a sakkozás. Elképzelhető olyan sakkmester, aki pl. a megnyitáselmélettel nem foglalkozik? Milyen jogász az, aki nem ismeri a legújabb törvényeket? Lehet-e karmester abból, aki zeneelmélettel nem foglakozik?

Olvasó Nem nagyon találók ezek a példák, hiszen a technikában elsősorban termelési problémákat kell megoldani! A korábbiakban éppen arról beszéltél, hogy a technika fejlődése hosszú időn keresztül nélkülözte a tudományok közvetlen segítségét.

Szerző A múltra ez igaz, pontosabban a régmúltra. De az utóbbi évszázadok, különösen a XX. század technikája már nem létezhetne, ha csak a meglevő „kézművestapasz-



talatokra" támaszkodna. Egyre jobban szükség van azokra az ismeretekre, amelyeket az alaptudományok, a természeti és társadalmi törvények feltárásában szereznek.

Olvasó Nem lehetne ezt az „ismerkedést" csak arra korlátozni, ami közvetlenül szükséges a mindennapi munkához?

Szerző Hogyan választanád ki azokat a részeket, amelyek szerinted szükségesek, ha nem ismered az egészet? És ha — valamilyen csodás sugallatra — képes lennél ezeket kiválasztani, hogyan értenéd meg a kiragadott részeket, a többi (az előzmények, az összefüggések) nélkül. Engedj meg ezzel kapcsolatban még egy hasonlatot! Nyilván tanultál nyelveket. Mondd mit tanultál először: Nyelvtant vagy társalgási zsebkönyvet?

Olvasó Tulajdonképpen mind a kettőt. A társalgási zsebkönyvekben egészen jó kifejezéseket lehet találni speciális helyzetekre: utazással, vásárlással vagy művelődéssel összefüggő beszélgetésekre.

Szerző És mit gondolsz, mire mennél azzal, ha a nyelvtan és a szavak ismerete nélkül betéve megtanulnál egy ilyen zsebkönyvet?

Olvasó Azt hiszem, semmire! Egyrészt nem megfelelő helyzetekben mondanék olyasmit, ami nem illik oda és ezzel nevetségessé válnék, másrészt, ha valamelyik válasz nem szó szerint ugyanolyan lenne, mint a könyvben, már nem érteném meg. De nagyon elvont ez a kérdés. Aligha akad ember, aki csak a társalgási zsebkönyvet tanulná meg.

Szerző

Nem veszed észre, hogy viszont a „gyakorlati" ismeretek elsajátítása során elég sokan vannak, akik éppen ezt — az általad is elítélt — módszert követik? Megtanulnak összefüggéseket, amelyek csak valamely speciális helyzetre érvényesek. Kézikönyvekben és szakcikkekben búvárkodva keresik feladatuk megoldását. Mindezt anélkül, hogy a „nyelvtant" ismernék. Ne értsük félre egymást: összefüggések képletek, mások által elért eredmények, kézikönyvek és szakcikkek tanulmányozására szükség van. De! Nagyon ritka az olyan „szerencse", hogy pontosan a mi feladatunk megoldását tartalmazó cikkel találkozzunk. (Elegendő egy „kis eltérés" és ha észrevesszük: a cikk használhatatlan, ha viszont nem vesszük észre: „megoldásunk" használhatatlan!) A műszaki tudomány nem képletek gyűjteménye, ahogy a zene sem azonos a hangjegyek sokaságával. Rendszerezés, „törvény" nélkül a hangok sorozata nem zene, a szavak sorozata nem nyelv. A nyelvben a rendszerezés, a törvény: a nyelvtan. A műszaki tudományokban is szükség van rendszerezésre, amellyel a képletek, a szabályok *tudományos* ismeretté válnak.

Olvasó Megadom magam, egyelőre! Feltéve, hogy időről időre a Te elvont gondolataidat sikerül meglevő ismereteimmel, valódi technikai problémákkal összefüggésbe hozni.

Szerző Az állapot fogalma rögtön kézzel foghatóvá válik, ha kikötjük, hogy csak anyagi rendszerekkel foglalkozunk. Így azt is hozzátehetjük: a rendszer állapotát az anyag tulajdonságaival jellemezzük.

Olvasó Ezzel ugyan egy cseppet sem válik érthetőbbé a dolog. Ahhoz ismernünk kellene

az anyag tulajdonságait! Vagy azokat kezdjük összeszedni, amiket a gépkocsiszakemberek soroltak fel?

Szerző Azzal most még nem sokra mennénk, hiszen az anyagnak (akár a gépkocsinak is) végtelen sok tulajdonsága van. A felsoroltakon kívül a „gépkocsi tulajdonságai" pl. a színe, a hőmérséklete, a lemez vastagsága, összetétele, a fülkében levő nyomás, a csomagtartó térfogata és így tovább...

Olvasó Mire megyünk végtelen sok tulajdonsággal?

Szerző Szerencsére a műszaki szempontból *lényeges* tulajdonságok száma már nem végtelen és közülük is kiválaszthatók azok a tulajdonságok, amelyek a rendszer állapotát (valamilyen szempontból) *egyértelműen* jellemzik.

Olvasó Akkor meg minek ez a „játék a végtelennel"?

Szerző Mert újra emlékeztetni akarlak arra, hogy az állapot — más szóval: a VALÓSÁG — sokszínű, összetett, bonyolult valami; amikor viszont leírjuk az állapotot, mindig valamilyen szempontból tekintünk erre az összetett valamire: a „sok színből" csak bizonyos színárnyalatokat választunk ki.

Olvasó Álljunk meg egy percre! Megkísérlem „lefordítani" az eddigieket. Valamely gép gépcsoport, műszaki berendezés úgy tekinthető, mint rendszer, amelynek állapotát, ill. állapotváltozását vizsgáljuk. A végtelen sok tulajdonság közül kiválasztjuk azokat, amelyek a mi szempontunkból szükségesek és elengedők az állapot és az állapotváltozás egyértelmű jellemzéséhez...

Szerző ...és ezeket nevezzük állapotjellemzőknek.

Olvasó Tehát az előbbi beszélgetésünkben feltett kérdésre a válasz: Minden szakember más-más szempontból vizsgálja a rendszert, és így más-más állapotjellemzőket vesz figyelembe. Ott vagyunk, ahol a part szakad! Ugyanazt mondjuk, csak „tudományosabban": mindenki másra figyel, mindenki mást csinál, mindenki a maga útján halad.

Szerző Ennél már előbbre vagyunk! Úgy néz ki, hogy „formailag" már megvan az egység, hiszen mindegyik szakember állapotjellemzőkkel foglalkozik.

Olvasó Ez még nem sokat ér, hiszen mindegyik számára más-más állapotjellemzők a fontosak.

Szerző Mindjárt meglátjuk, hogy ez nem ilyen vészes. Egyrészt: különböző szakembereknek is lehetnek (és vannak!) közös szempontjaik, így az általuk figyelembe vett állapotjellemzők egy része is „közös". Másrészt: az állapotjellemzőket is lehet *közös* tulajdonságaik szerint csoportosítani.

Olvasó Ez egyre elvontabb lesz!

Szerző Már nem sokáig, de ennyit megjósoltam!

Olvasó Azt is megígérted, hogy aztán majd visszatérünk a valódi műszaki rendszerekhez.

Szerző Ami késik, nem múlik!

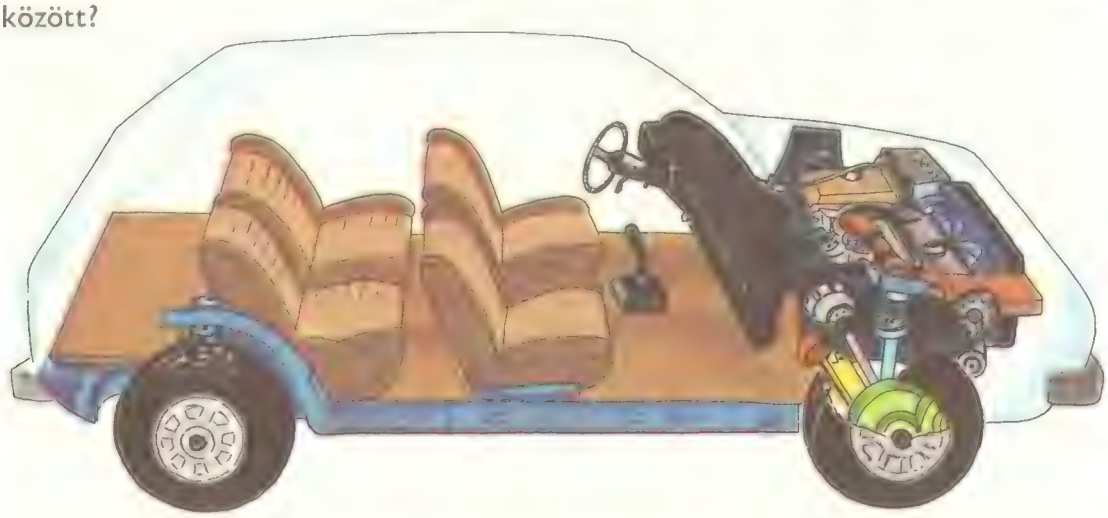
4. A műszaki rendszerek tulajdonságai (Kérdés—felelet)

Mielőtt az Olvasó végleg „megsértődne" és bosszúsan letenné a könyvet, gyorsan témát — és stílust — váltunk: áttérünk a „valódi műszaki rendszerekre". Csakhogy ehhez valóban *aktív* közreműködésre van szükség.

Tudjuk, hogy a technikai rendszer egymással szerves kapcsolatban levő és célszerűen működő alkotó elemek összessége. Szokjuk meg ezt a szemléletet!

Vágjunk bele mindjárt a sűrűjébe, s elemezzünk egy igencsak bonyolult technikai rendszert: a gépkocsit!

Milyen (főbb) elemekből áll a gépkocsi és milyen kapcsolat van ezen elemek között?



Itt kezdődik az „aktív közreműködés". Ne menjünk addig tovább, amíg — a rajz segítségével — nem gondoltuk át a kérdést, a kérdésre adandó választ!

Folytassuk tovább! Mi lenne, ha egyes kapcsolatokat megváltoztatnánk? Például: felcserélnénk az akkumulátor sarkait? Vagy: felcserélnénk a gázpedál és a fékpedál helyét? Vagy: a kormányt a jobb oldalra helyeznénk át?

Úgy látszik, nem minden kapcsolat egyenlő „súlyú". Egy részük *törvényszerű:* az akkumulátor sarkainak felcserélése esetén több berendezés működésképtelenné válik (pl. az ablaktörlő, az indítómotor, a generátor). Egy szóval a rendszer egésze nem képes rendeltetésszerű működésre. Az elemek közötti kapcsolatok más része

— mondhatnánk — „szokás dolga". Az ember egyszerűen megszokta, hogy a három pedál közül középen van a fék- és a jobb szélen a gázpedál. Aki így tanult vezetni, azt megzavarhatja a pedálcsere, de előbb-utóbb hozzászokhat az új elhelyezéshez is.

Végül, a kapcsolatok harmadik csoportja azzal függ össze, hogy a rendszer maga is *része egy nagyobb rendszernek*. A gépkocsi része a közlekedési rendszernek. Az angliai közlekedési rendben célszerűbb a jobb oldali kormány, de a mi viszonyaink között zavaró. (Elég sok kényelmetlensége van az európai kontinensre érkező brit gépkocsivezetőnek, akárcsak a Nagy-Britanniába átruccanó európai turistának.)

Minden rendszer egy nagyobb rendszer része. Célszerű működéséhez nemcsak arra van szükség, hogy a rendszer elemei között legyen megfelelő a kapcsolat, hanem arra is, hogy összhangban legyen az őt magábanfoglaló nagyobb rendszerrel.

A televíziókészülék is rendszer. Elemei közötti kapcsolat egy része szintén törvényszerű (megváltoztatásuk működésképtelenné tenné a készüléket), más része csak megszokás kérdése (pl. a kezelőgombok elhelyezése), végül a kapcsolatok harmadik csoportja teszi lehetővé, hogy a tv a nagyobb rendszerbe beilleszkedjék (vannak készülékek, amelyek csak INTERVÍZIÓ, mások csak EUROVÍZIÓ szabvány szerinti adások vételére alkalmasak).

Milyen nagyobb rendszer része egy tv-készülék?

Csak egyféle szempontból lehet a „nagyobb rendszert" megnevezni?

Az utóbbi kérdésben benne volt a válasz: a „nagyobb rendszert" mindig valamilyen szempont szerint határozzuk meg. Így pl. a tv-készülék mint

— *berendezési tárgy:* része a szobának, a lakásnak stb.;

— *elektromos fogyasztó:* része a lakás, a ház stb. villamos hálózati rendszerének;

— *kommunikációs eszköz:* része a család kulturális rendszerének (mert az is rendszer!), az országos tv-hálózatnak (és ezen keresztül az INTERVÍZIÓ-nak is).

Lényeges, hogy ugyanazon rendszer többféle szempontból is jellemezhető és így többféle nagyobb rendszer részeként is vizsgálható. (Amikor a rendszerek „hierarchiájával" foglalkoztunk csak egyféle szempont szerinti alá-fölérendeltséget, rész—egész viszonyt tekintettünk.)

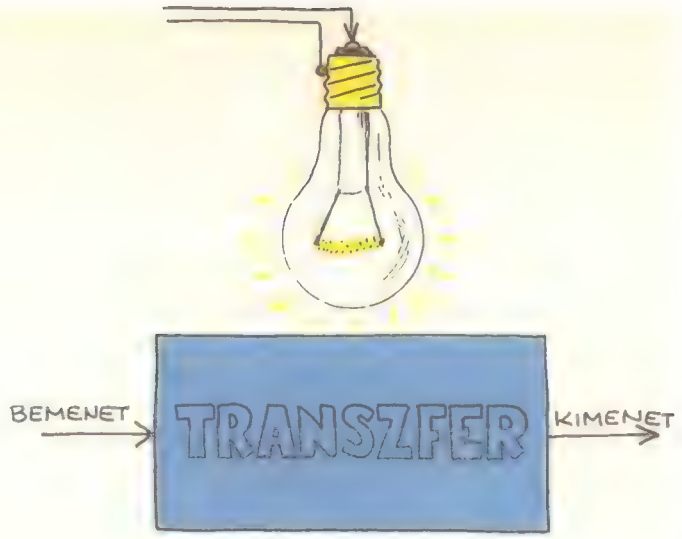
Amikor egy rendszert vizsgálunk, a többi rendszert — amelyeknek ő maga része, s amelyekkel közvetlen kapcsolatban van — a vizsgált rendszer környezetének tekintjük.

A világítási izzólámpa nagyon egyszerű rendszer. Elemei az izzószál a tartókkal, a foglalat, az üvegbura. Környezete a lakás villamos hálózata és a szoba.

Milyen hatások vannak a bekapcsolt izzólámpa és a környezete között?

Milyen környezeti hatás eredményeként megy tönkre az izzólámpa?

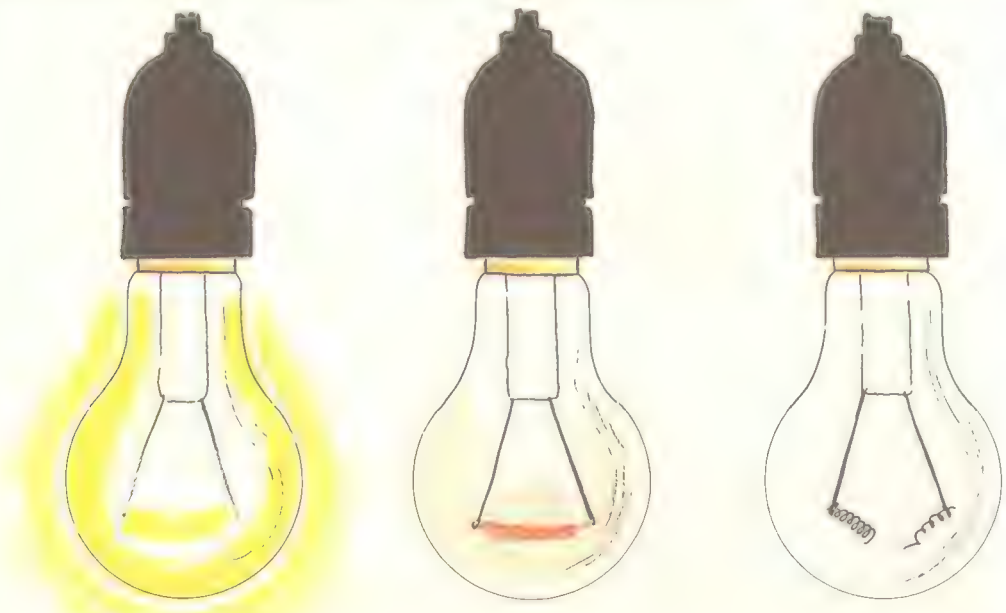
Mi a feltétele annak, hogy az izzólámpa célszerű működő rendszert alkosson környezetével?



A környezet hatással van a rendszerre: a hálózat villamos árammal energiát szállít az izzólámpához. A rendszer hatással van a környezetre: bekapcsolása terheli a villamos hálózatot, a szobába fény- és hőhatás formájában energiát sugároz ki.

A környezet ismert hatását a rendszerre a rendszer *bemenetének*, a rendszer hatását a környezetre a rendszer *kimenetének* nevezzük. Ily módon minden rendszert olyan „transzformátornak" tekintünk, amely a BEMENETET alakítja KIMENETTÉ. (Szokás ezt *transzfer*nek nevezni). Amíg a kimenet az előírt céloknak megfelel, addig beszélhetünk célszerű vagy biztonságos működésről, s ennek megfelelően a rendszer rendeltetésszerű vagy *biztonságos* állapotáról. Amikor a kimenet az előírt célokkal ellentétes: a rendszer működése, ill. állapota az adott szempontok szerint *rendellenes*. A rendellenes működést okozhatja váratlan — a szokásostól erősen eltérő — környezeti hatás, ill. a rendszer átmeneti vagy végleges tönkremenetele. (A tönkremenetel is „rendellenes állapot"!)

Az izzólámpa *átmenetileg* rendellenes állapotú, ha kimarad a hálózati áram; *véglegesen* tönkremegy, ha kiég az izzószál vagy eltörik a bura.



A rendszer biztonságos és rendellenes állapotait nem éles határ választja el egymástól: van az állapotoknak egy olyan — *átmeneti* — tartománya, amelyben a működés már bizonytalanná válik, de még nem rendellenes.

Hogyan írnánk le a biztonságos, az átmeneti és a rendellenes állapotokat egy autópályán haladó gépkocsi esetében?

(Erre a kérdésre később még visszatérünk!)

Folytassuk a kérdéseket a *működés feltételeivel.*

Mi lehet az oka annak, hogy egy bekapcsolt izzólámpa a szokásosnál halványabban világít?

Az izzólámpa kevesebb energiát kap, ha csökken az energiatároló, pl. az akkumulátor vagy a zseblámpaelem feszültsége vagy megnő a vezeték ellenállása. A gépkocsik akkumulátorának üzemzavarát gyakran okozta a sarukra lerakódó sav: ez ugyanis jelentősen megnöveli az átmeneti ellenállást. A feszültség csökkenhet azért, mert az akkumulátor kimerült, de azért is, mert lehűlt. (Télen általában több baj van a gépkocsik indításával, mint nyáron!)

Energia csak akkor áramolhat, ha az energiatárolót és a fogyasztót egy rendszerbe összekapcsoljuk. Az energiaáram nagysága arányos az energiatároló feszültségével és fordítva arányos a kapcsolat ellenállásával.

Az ellenállás (elsősorban, de nem kizárólag) az anyagi tulajdonságoktól függ.

Mit jelent a villásdugón levő „25 A, 250 V" felirat?

Tehát 25 A-nél nagyobb áramerősségre és 250 V-nál nagyobb feszültségre nem szabad használni. Miért? A villásdugó talán nem szigeteli az áramot?

Lényeges — és általánosan érvényes — megállapítás: az ellenállás nemcsak az anyagi tulajdonságtól, hanem a felhasználás módjától is függ. A villamos készülékeken feltüntetett értékek azt a felső határt jelentik, amelyen túli áramerősség, ill. feszültség a szigetelőt tönkreteszi: a szigetelőből vezető lesz. Más szóval: biztonsági állapotból rendellenes állapotba kerül. A határérték körüli tartományban az erős melegedés már jelzi, hogy a szigetelő az átmeneti tartományban van.

Miért nem szabad nedves kézzel villanykapcsolóhoz nyúlni?

A megadott szigetelőképességi határ száraz anyagra vonatkozik. A nedvesség (a víz) vezeti az áramot. A szigetelő olyan anyag, amely — meghatározott környezeti feltételek mellett — „végtelen ellenállású". A szigetelőknek rendkívül fontos szerepük van a technikában: feladatuk, hogy az áramlást — a rendszer rendeltetésének megfelelő — célszerű irányba tereljék.

Mindez nem csak elektromos áramlásra vonatkozik. A folyók töltése is szigetelés: a folyót a „rendeltetésszerű" irányba tereli. Amikor a töltés átszakad, akkor válik a hasznos folyó pusztító természeti erővé. Nem a folyó áramlásának természettörvényei változnak, hanem csak a szigetelés! A természeti erőket technikai eszközzé a megfelelően megválasztott szigetelők „szelídítik".

A vízvezetékcső fala szigeteli a vízáramot a falra merőleges irányban. Milyen körülmények között válik „vezetővé" a cső?

Teljes a hasonlóság az előbbi példával: Amikor a víznyomás túllépi a csőre megengedett határértéket, a cső megreped.

Az energiatárolót és a fogyasztót úgy kell rendszerré összekapcsolni, hogy megfelelő szigetelőkkel a rendeltetésnek megfelelő irányba tereljük az energia áramlását.

Célszerűen működik a rendszer, ha a fogyasztó a rendeltetésnek megfelelően hasznosítja a felvett energiát.

Milyen okai lehetnek annak, hogy a tv képernyőjén a kép időnként szétesik, vibrál?

Milyen okai lehetnek annak, hogy távfűtésű szobánk hőmérséklete fokozatosan csökken?

Mindkét kérdés megválaszolásakor vegyük figyelembe, hogy nemcsak a rendszeren *belül*, de a rendszer és *környezete között is* (!) kölcsönhatás van!

A tv-kép vibrálását okozhatja a hálózati feszültség ingadozása, valamely alkatrész tönkremenetele, de az is, hogy erős szél mozgatja a tv-antennát vagy annak levezető-kábelét.

A szobahőmérséklet változását nem feltétlenül a szivattyú, vagy a csővezeték hibája okozza. Könnyen lehet, hogy váratlanul lehűlt a külső levegő vagy rosszul zártuk be az ablakokat, esetleg hirtelen szél támadt, amely átfúj az ablakréseken.

A rendszer működése lehet időben állandó *(stacioner)* és időben változó *(instacioner)*. A változást okozhatja

— a rendszeren belüli változás,
— a rendszer bemenetének változása,
— a környezet zavaró hatása.

*

Ennyi „technikai példa" után következzék ismét egy kis kitérő!

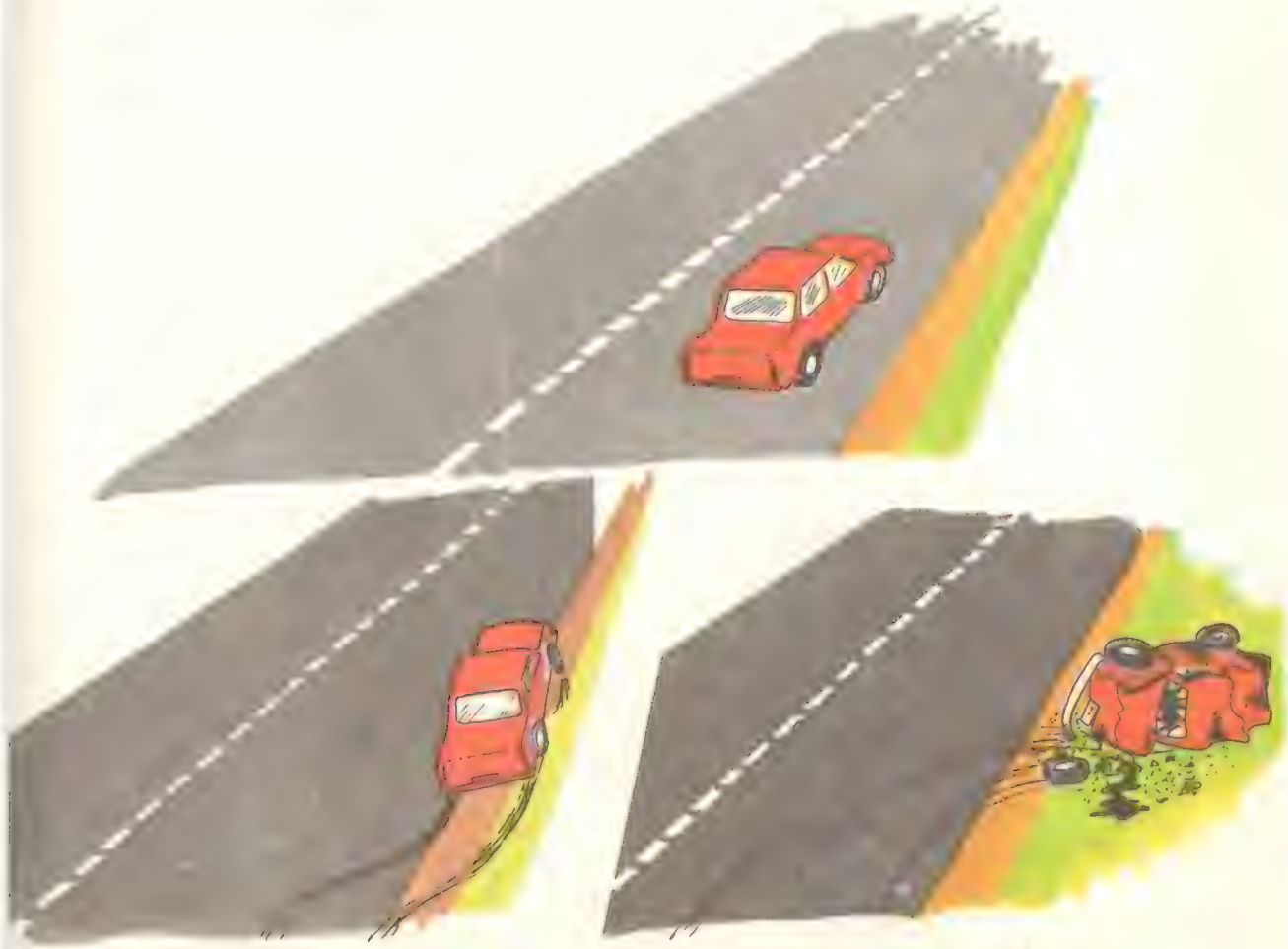
5. Történetek, amelyeknek nincs közük egymáshoz (vagy talán mégis?)

Alpesi lesiklóversenyen

Y. csak a végtelen havas lejtőt látta. A pálya szélén álló nézők eleven sövénnyé folytak össze szemei előtt. Szédületes sebességgel siklott és — nemhiába volt a világ egyik legkiválóbb síelője — biztos mozdulatokkal irányította lécét a távoli cél felé. Egy jeges szakaszon azonban hirtelen megcsúszott. Minden tudására szükség volt, hogy újra egyensúlyba kerüljön. Meg sem hallotta, ahogy a tömeg felmorajlott, csak az járt az eszében, hogy ezzel az egyensúlyozással értékes századmásodperceket vesztett. Talán ezeken múlik a győzelem! Tovább a cél felé; egy újabb eljegesedett szakasz. Ezt idejében észrevette és így a pillanatnyi bizonytalan helyzeten könnyen átjutott. A kanyarba érve már látta a CÉL-t. Csak néhány száz méter. És ekkor... Micsoda balszerencse! Ismét jég, és ugyanakkor hirtelen oldalirányú széllökés. Még megpróbálja kiegyensúlyozni magát, de ráfut egy „pukli"-ra, az megdobja és szinte szaltózva ér földet a pálya szélén. Szerencsére nincs komolyabb sérülése, de a verseny elúszott. Az „első számú esélyes" szomorúan csatolja le léceit.

Részlet egy rendőri jegyzőkönyvből

...A balesetet megelőzően helikopterünk már értesítette a járőrkocsit, hogy a 60. km utáni szakaszon az XQ 99—99 frsz. személygépkocsi mintegy 150 km/h sebességgel halad. A jelentés szerint egy alkalommal a leállósávra is ráhajtott. A felénk közeledő járművet megállítani már nem tudtuk, mert mintegy 200 m-rel előttünk újra a leállósávra hajtott, majd hirtelen megcsúszott és az árokba fordult. A helyszínen megállapítottuk, hogy a gépkocsiban csak a vezető tartózkodott, aki a be-



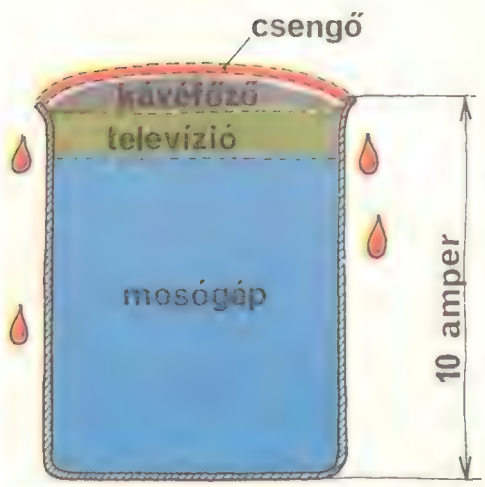
kötött biztonsági övnek köszönheti életben maradását. A kocsi „totálkáros" lett. A helyszíni vizsgálat szerint a balesetet nem műszaki hiba okozta. A járművezető a megengedett sebességet jelentősen túllépte és nem számolt az oldalirányú szél-lökésekkel. Még akkor sem csökkentette sebességét, amikor a szél egy ízben az autópálya nyomvonaláról a leállósávra lökte. Ekkor ugyan még visszairányította a járművet, de a második alkalommal már ez a kísérlete nem sikerült, a kocsi az árokban kötött ki.

A hiba az Ön készülékében van!

A család minden tagja ott ült a televízió előtt. A kis tv-lámpa fénye kellemes félhomályba borította a szobát. Szombat este volt, várták a szokásos krimit. Anya áldotta a technikát: nyugodtan nézheti a filmet, hiszen a mosógép dolgozik helyette. A film előtt Apa még gondolt egyet és bekapcsolta a kávéfőzőt. Nem szokott estén-ként feketét inni, de a mai műsor sokáig tart, és szeretne a végéig ébren maradni. Anya még megkérdezte: Nem lesz egy kicsit sok egyszerre a tv, a mosógép, és a kávéfőző? Apa megnyugtatta, hogy „ez összesen 10 A, és éppen annyira van biz-tosítva a hálózat". Anya még szabadkozott, hogy ő nem tudja, mi az az „amper", de a villanyóra olyan erősen zúg, hogy behallatszik a szobába. Végül aztán meg-nyugodva leült ő is a képernyő elé. Kis idő múlva hosszan csöngettek és ... kialudt a tv, a lámpa, leállt a mosógép. Udvarias emberek voltak, de azért magukban szidták a váratlan vendéget, mivel azt hitték, hogy őmiatta borult hirtelen sötétbe a világ. Eszükbe sem jutott, hogy neki csak a pohárból kicsorduló utolsó cseppet „köszönhették".

* * *

Valóban semmi közük sincs egymáshoz ezeknek a történeteknek?



És ha így mondanánk el?

Minden rendszer egy nagyobb rendszer része. A vizsgálatok során azt a nagyobb rendszert, amellyel a vizsgált rendszer közvetlen kapcsolatban (kölcsönhatásban) van: környezetnek nevezzük. A rendszer és környezete közötti kölcsönhatástól, és a rendszer tulajdonságaitól függ a rendszer állapota.

A kialakult állapot szerint lehet a rendszer működése

— rendeltetésszerű, biztonságos (a cél elérése biztosított),

— átmeneti, bizonytalan (még visszatérhet a biztonságos állapotba, de működésképtelenné is válhat).

Mi a közös mindebben?

RENDSZER:	síelő	autóvezető	biztosító (10 A)
KÖRNYEZET:	lejtő + szél	autópálya + szél	fogyasztók
CÉL:	a CÉL	Balaton	áramellátás
BIZTONSÁGI ÁLLAPOT:	biztos lesiklás	forgalmi sávban	10 A alatt
ÁTMENETI ÁLLAPOT:	pillanatnyi egyensúlyvesztés	leálló-sáv	10 A körül
RENDELLENES ÁLLAPOT:	bukás	árokba csúszás	10 A felett (kiolvad)

Tanulság?

Ilyen „bölcsességeket" lehet tanácsolni:

Ne csatolj fel soha sílécet (akkor nem fogsz bukni)!

Ne ülj gépkocsiba (akkor nem kerülsz az árokba)!

Ne kapcsold be a tv-t (ez még más „kellemetlenségektől" is megóvhat)!

Ezek helyett egy mondat is elég lenne:

Ne akarj célba jutni!

És akinek ez nem tetszik?

Tanuld meg „kormányozni" úgy a „rendszeredet", hogy az biztonságosan jusson a célba!

6. A szabályozás

Köszönöm az utolsó jó tanácsot; ezt enélkül is tudtam! De *hogyan* kormányozzak? Mit kell tudnom a biztonságos célbajutáshoz? **Olvasó**

Az előbbiekben már szó volt arról, hogy „mennél jobban feltárja az ember a természeti folyamatok törvényeit, annál inkább számíthat sikerre felhasználásuk célszerűségében". **Szerző**

Szóval várjam meg, amíg *mindent* megtudunk. Addig marad az első „tanács": hagyjunk fel a célratöréssel? **Olvasó**

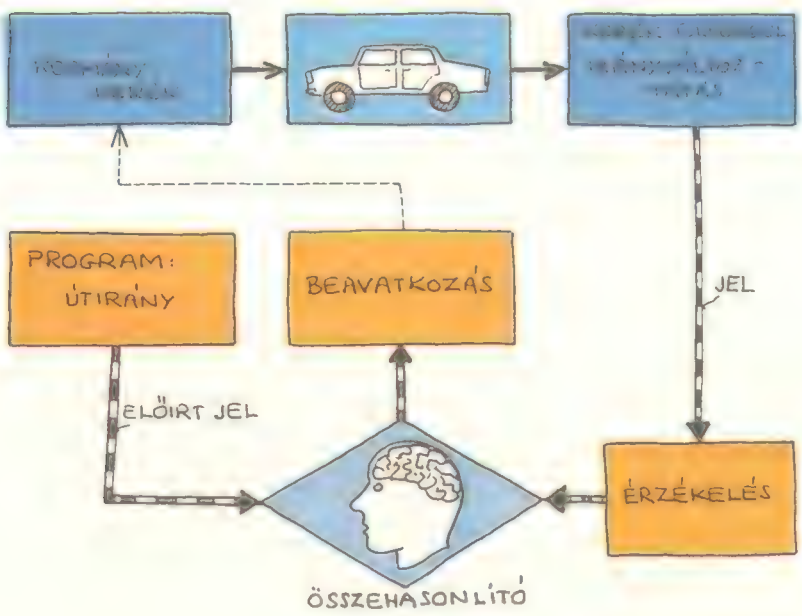
Szerző Erről szó sincs! Csak Laplace* korában hitték azt, hogy *„az az értelmes lény, aki egy adott időpontban ismerné a természetben működő összes erőket és teljes képet tudna magának alkotni a természet minden anyagi részecskéjének állapotáról... (annak) semmi sem maradna ismeretlen: egyetlen pillantással át tudná tekinteni a jövőt és a múltat egyaránt"*. Ma már tudjuk, hogy ez az elképzelés hiú ábránd. Nemcsak azért, mert nem létezhet ilyen lény, hanem azért is, mert a természetben mindig vannak véletlenszerű hatások, amelyek kisebb-nagyobb mértékben eltérítik a rendszert a „megjósolt" úttól.

Olvasó Egyszóval kormányozzak csak, úgyis hiábavaló! Az ismeretlen és a véletlen erősebb, mint én vagyok.

Szerző Ha nem lenne ismeretlen és véletlen hatás, nem lenne szükség kormányzásra. Ülsz egy csónakban a Dunán és *tudod*, hogy nem jön hajó, a víz sima, sehol egy másik csónak: nyugodtan napozhatsz, lassan csorogva lefelé. De: hirtelen motorcsónak zúg el melletted, vagy szél borzolja fel a Duna vizét?!

Olvasó Értem, tehát a váratlan hatásokat kell kormányzással kivédenem. Akkor viszont állandóan figyelnem kell, hogy idejében tudjak a kormányhoz nyúlni.

Szerző Az a körülményektől, a folyamat sebességétől, a külső zavarás mértékétől függ. A csónakban még elnyújtózkodhatsz, van időd helyrehozni, ha valami eltérít az utadból. De gépkocsit vezetve aligha hunyhatod le a szemedet. Még egy pillanatnyi figyelemkihagyás is végzetes lehet! Állandóan figyelned kell: nemcsak a fékezés, az irányváltás és az útvonal követése miatt, de — szinte tudat alatti — folytonos és finom kormánymozdulatokkal kell a pályán tartani a kocsit. Csak ezzel tudod ellensúlyozni a környezet (az úttest egyenetlenségei, a szél) véletlenszerű zavaró hatásait.



* Laplace híres francia matematikus és természettudós, 1749-ben született és 1827-ben halt meg.

Olvasó Várj egy percre! Hadd gondoljam végig az eddigieket. Ha jól értettem: valamilyen technikai rendszert azért építünk, hogy céljainknak megfeleljen. Minden rendszer elemekből áll. Az elemek közötti kapcsolattól, az uralkodó természettörvényektől és az általunk kialakított feltételektől függ, hogy milyen irányban halad a rendszerben végbemenő folyamat; milyen a rendszer működése. Amíg ez a működés céljainknak megfelel, még nincs semmi baj.

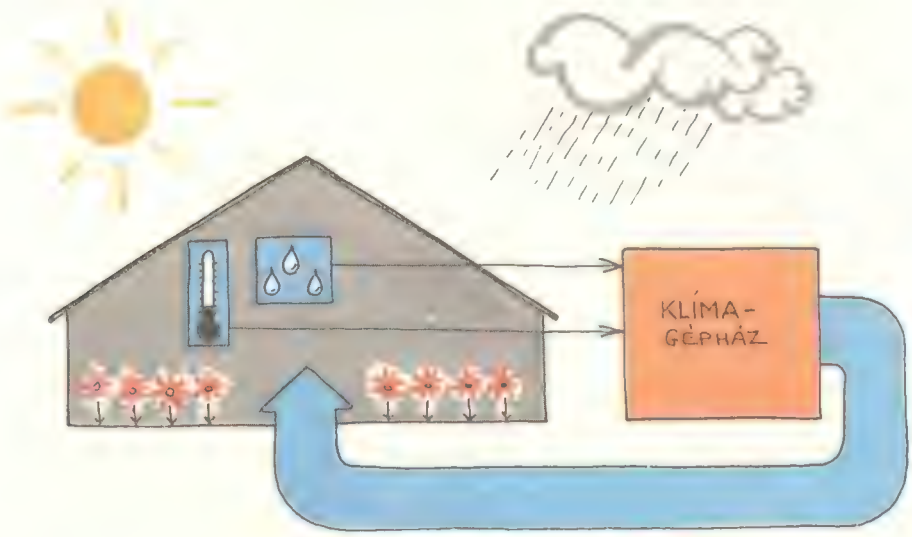
Szerző *Addig* nem is lenne semmi baj; ha egyáltalán lehetséges lenne a céljainknak mindenben és mindenkor megfelelő rendszert kialakítani. Létezhet-e egyáltalán ilyen tökéletes rendszer?

Olvasó Szerintem elvben igen, csak azon múlik, mennyire pontosan ismerjük a természettörvényeket.

Szerző Ezek tökéletes ismerete sem lehetséges, de arra sincs mód, hogy megjósoljunk minden lehetséges külső zavaró hatást.

Olvasó Ezek szerint elvileg sem lehetséges tökéletes rendszer. Ezért kezdtünk beszélni arról, hogy milyen állapotban lehet a rendszer: amíg a célnak megfelelő, vagyis biztonságos a működése, addig mehet a maga útján. Amikor ettől kezd eltérni, közbe kell avatkozni valamilyen módon, és vissza kell állítani a biztonságos, célszerű működést. Ellenkező esetben a rendszer tönkremehet.

Szerző Ez az összefoglaló maga volt a tökély! Azért engedj meg még egy példát! Egy növényház (mint rendszer) célja, hogy olyan klímaviszonyokat biztosítson, amelyek között az ott élő növények a lehető legjobban fejlődnek. Az időjárás szélsőséges változásait kell a növényházzal kivédenünk. Amennyiben a hirtelen lehűlés vagy felmelegedés hatását nem sikerül kivédeni, a növények fejlődése lelassul. Vissza kell állítanunk az eredeti klímaviszonyokat, mert ellenkező esetben a növények elpusztulnak.



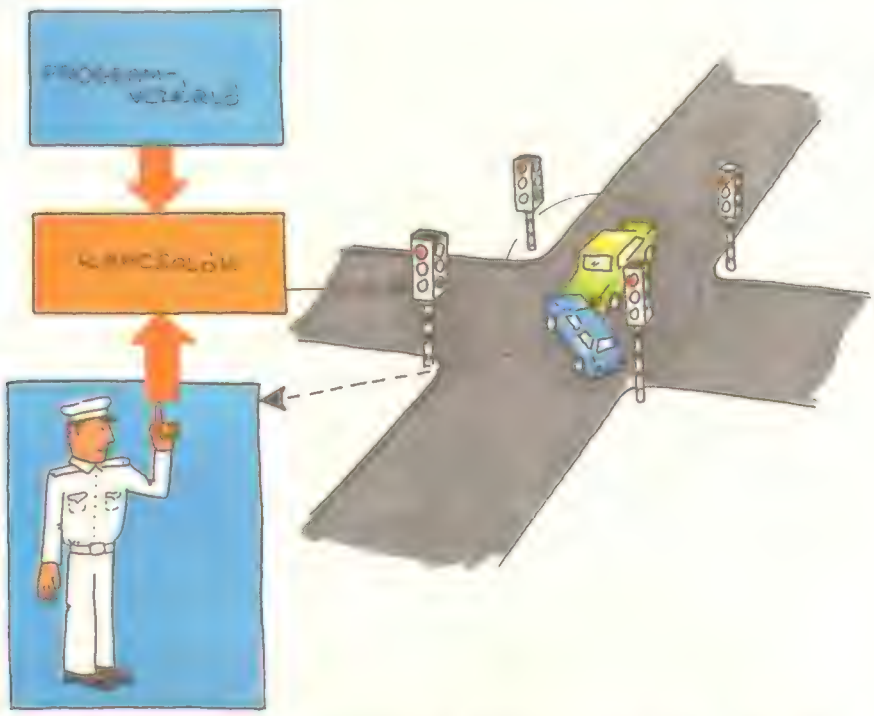
Olvasó Ez valóban jól szemlélteti azt, hogy mit értünk biztonsági, átmeneti és rendellenes állapoton. De milyen módon lehet elérni, hogy a rendszer mindig a célszerű működés biztonságos állapotában legyen?

Szerző Lényegében — mint minden rendszer esetében, itt is — háromféle lehetőségünk van: Ha ismerjük a külső hatások változásait (pl. a külső levegő hőmérséklet-változását), előre megszabott program szerint beavatkozunk a rendszerbe (pl. meleg levegőt fúvunk be vagy hűtjük a befúvott levegőt). Az ilyen beavatkozást *programvezérlésnek* hívjuk.

Olvasó És ez a beavatkozás mindig hatásos? Minden esetben képes arra, hogy a célszerű működést biztosítsa? Honnan tudjuk, hogy milyen állapotban van a rendszer?

Szerző A programvezérlés nem ellenőrzi a rendszer állapotát, legfeljebb csak a külső hatásokat. Ilyen programvezérléssel dolgozik pl. a legtöbb (forgalomirányító) közlekedési lámpa. Hosszadalmas forgalomszámlálás alapján határozzák meg, hogy milyen ütemben és időtartamra adjon a különböző irányokba szabad jelzést a lámpa. A szokásos forgalmi viszonyok között ez teljesen elegendő, de természetesen nem tudja figyelembe venni a forgalom váratlan változásait (pl. egy baleset miatti torlódást).

Olvasó Ilyenkor a rendőrnek kell beavatkoznia; ő kezeli a lámpákat vagy kézzel irányítja a forgalmat.



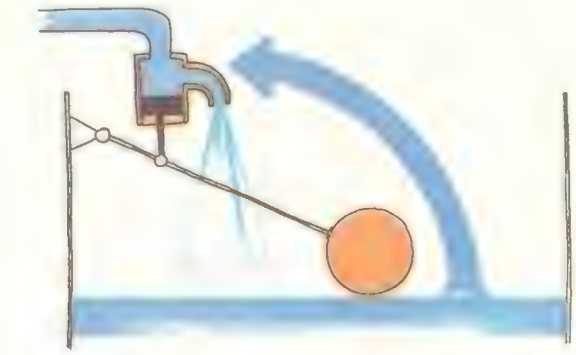
Szerző De ez már nem programvezérlés, hanem *ember általi vezérlés*. A rendőr visszajelzést kap a forgalomról, s ennek állapotától függően adja a szabad, ill. a tilos jelzéseket.

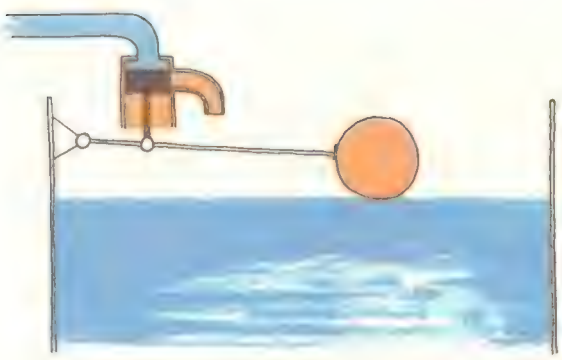
Olvasó Ez a módszer sokkal jobb, mint a programvezérlés. Akkor miért nem ezt alkalmazzák mindenütt?

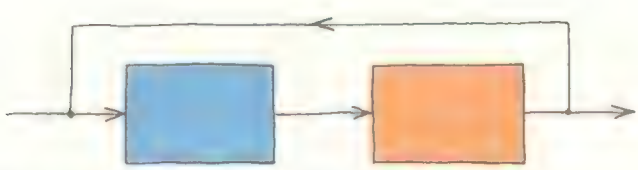
Szerző Mert a „jóságért" fizetni kell, hiszen minden lámpacsoporthoz oda kell állítani egy embert. Nem beszélve arról, hogy nincs is annyi munkaerő, amennyi szükséges lenne ahhoz, hogy minden programvezérlést emberi vezérléssel helyettesítsünk,

de a legtöbb helyen ma már nincs is szükség rendszeres emberi közbeavatkozásra. A társadalmi fejlődés egyre több helyen felszabadítja az embert a fáradságos irányítási feladatok alól is. Ahol a gazdaságosság, vagy valamilyen fontos cél indokolttá teszi (a szocialista társadalomban ilyen cél az emberi munka megkönnyítése is), ott nem vezérlést, hanem *szabályozást* alkalmaznak. A szabályozás már visszajelzést kap a kimenetről és attól függően avatkozik bele a folyamatba.

Ezt teszi az emberi vezérlés is! **Olvasó**







Csakhogy a szabályozási körben már nincs benne az ember! A növényházban műszerek mérik a belső levegő állapotát és attól függően változtatják a fűtést, a hűtést vagy a páratartalmat, hogy a mért értékek mennyire felelnek meg az előírt (biztonsági) állapotot jellemző értékeknek. Ezernyi példát hozhatnánk a szabályozással kapcsolatban, de elég ha közvetlen környezetedben nézel szét. A modern villanyvasaló, a hűtőszekrény, vagy akár a W. C. öblítőtartály — közös jellemzője, hogy valamennyiben szabályozási kör biztosítja az előírt működést. A vezérlésen és a szabályozáson kívül azonban van még egy lehetőségünk a rendszer biztonságos működésének elősegítésére, és ez: a rendszer ellenállóképességének fokozása. **Szerző**

Ezt hogy értsem? **Olvasó**

Szerző Alkalmassá tenni a rendszert arra, hogy a környezeti hatások nagyobb ingadozása mellett is biztonságos állapotban maradjon. Gondolj pl. az EMBER-re...

Olvasó ...mint rendszerre? Nem lesz ez egy kissé bonyolult?

Szerző Nem tárgyaljuk részletesen, mert ez valóban messze vezetne alaptémánktól. (Sok kiváló ismeretterjesztő mű foglalkozik ezzel a kérdéssel. Csak kettőre hívom fel a figyelmedet. Szaparina: Szervezetünk kibernetikája, amely 1965-ben és Pekelisz: Kibernetikai kisenciklopédia, amely 1976-ban jelent meg, mindkettő a Gondolat könyvkiadónál.) Az „ember rendszer" most csak egy szempontból érdekel: az orvosság és az ember kapcsolatát nézzük. Az orvosságszedés — nagyon leegyszerűsítve — lehet szabályozás is, vezérlés is. Amikor valakinek a frontátvonulás miatt fáj a feje és ezért szed be orvosságot, az szabályozás. A kimenőjel a fejfájás, a beavatkozás az Antineuralgica. Amikor valaki azért vesz be — előre — altatót, mert „frontátvonulás van és ilyenkor altató nélkül nem tudok elaludni" — az vezérlés. De mennyivel jobb módszer: rendszeresen kirándulni, úszni, sportolni, edzetté tenni a szervezetet, hogy semmiféle frontátvonulás se fájdítsa meg a fejét és ne vegye el az álmát. Ez az, amire azt mondottuk, hogy a rendszer ellenállóképességének fokozása.

Olvasó Az embernél ezt értem, de hogyan alkalmazható ez a technikában?

Szerző Bizonyára hallottál már a növénynemesítő kísérletekről. Az agrotechnika ezzel — többek között — ellenállóbb (tehát szélsőségesebb időjárási viszonyok mellett is életképes) növényfajtákat hoz létre. De említhetném akár újra a gépkocsiipart is. A néhány évtizeddel ezelőtti típusokat — ha nem tartották garázsban, tehát vezérelt viszonyok között — egy-egy hidegebb téli éjszaka után nem lehetett elindítani. A fagyálló folyadék elterjedésének köszönhető, hogy a leghidegebb télben sem probléma az indítás (ha jó a gyújtás). A régi repülőgépek nagyobb légörvényből csak igen ügyes manőverezéssel (tehát tapasztalt pilóta emberi vezérlésével) tudtak kijutni. A mai repülőgépek konstrukciója a 10 km magasságban uralkodó szélsőséges viszonyok között is biztonságos repülést tesz lehetővé.

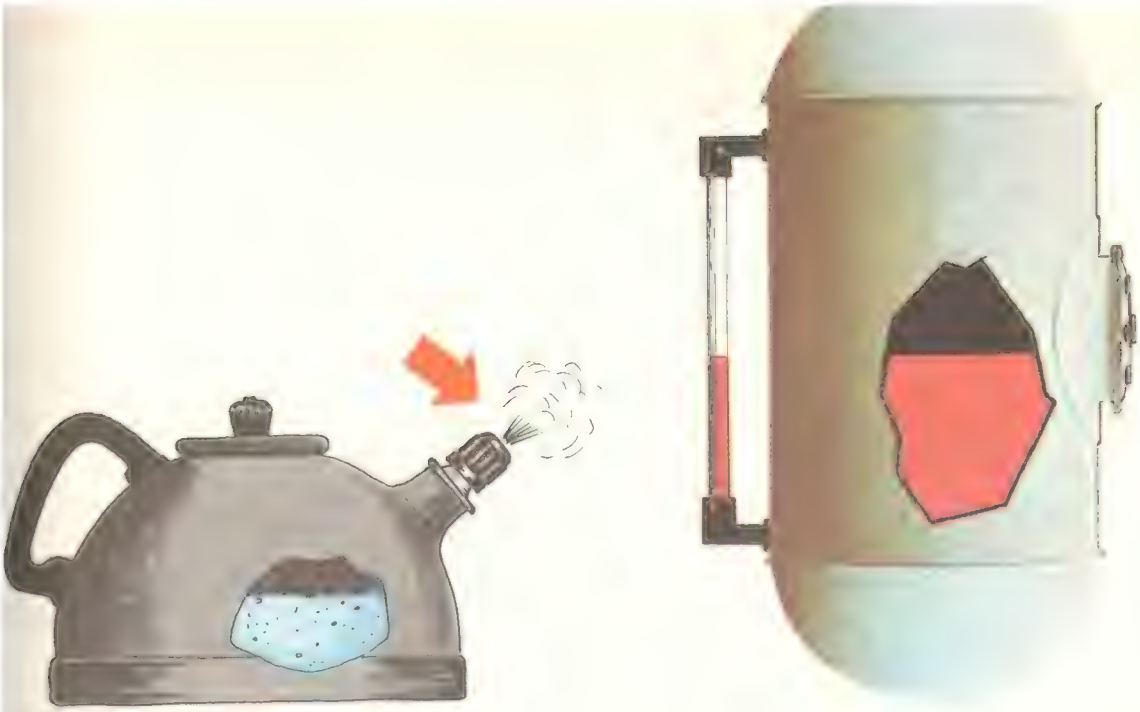
Olvasó Emberi beavatkozásra itt is szükség van!

Szerző Természetesen, de nem olyan mértékben, mint a kevésbé ellenálló rendszereknél. Különleges nehéz viszonyok (köd, jégeső, vihar) közötti repülésre a régi típusú repülőgépeket semmilyen szabályozással sem lehet alkalmassá tenni, a modern polgári légiforgalom gépei ugyanilyen körülmények között biztonságosan haladnak céljuk felé. Általában: mennél szervezettebb (mennél nagyobb ellenállóképességű) a rendszer, annál kevesebb irányítási beavatkozásra van szükség, s így annál olcsóbb az irányítás technikája.

Olvasó Ez érthető, elég a gépkocsi kormányára gondolnom. Ha az nagyon erősen kotyog, nehéz vele egyenesben tartani a kocsit. Ez pedig sokba kerülhet. De... jó lenne már azzal is foglalkozni, hogy „*mit*" és „*minek alapján*" irányítunk.

Szerző Kielégít az a válasz, hogy a „jellemzőket" irányítjuk a „jelek" alapján.

Olvasó Köszönöm, de azon kívül, hogy két újabb szót hallottam, ez a mondatod számomra semmit sem jelentett.



Egyelőre csak annyit, hogy a jellemző az állapotra, a jel az állapotról kapott információra vonatkozó fogalom. Ez a néhány rajz talán szemlélteti a jellemző és a jel értelmét, addig is, amíg részletesebben nem foglalkozunk velük.

Szerző

7. Egy ország „állapotjellemzése”

Olvasó Lássuk hát ezeket a jellemzőket és jeleket!

Szerző Előbb csak a jellemzőkkel foglalkozunk. Ismételten szögezzük le, hogy egy körülkerített térrészen belüli változásokat vizsgálunk.

Olvasó Megint kezdjük? Milyen gépről lesz szó?

Szerző Most nem gépet, hanem egy országot határolunk körül.

Olvasó Egy egész országot?! Nem lesz egy kicsit nagy ez a „technikai” rendszer?

Szerző Most nem úgy tekintjük az országot mint technikai rendszert, csak — egyszerűen — mint egy körülkerített térrészt. Első közelítésben ezt az országot területével és lakosainak számával jellemezzük.

Olvasó Hiányos jellemzés, még első közelítésként is. Legalább annyit azért hozzá kellene tenned, hogy „mikor”. Hiszen a lakosság száma az időben változik.

Szerző Mennyivel változik a lakosok száma egy adott időtartamon belül?

Olvasó Ez függ a halálozások és születések számától: ha többen születnek, mint amennyien meghalnak, a lakosság száma nő, ellenkező esetben csökken.

Szerző Más oka nem lehet a változásnak?

Olvasó Lehet, ha a határokon ki- és beutazás van. Nyilvánvalóan: ha többen távoznak az országból, mint amennyien érkeznek, csökken az országban tartózkodók száma.

Így már teljes kép! Elkészíthetjük a lakosság „mérlegét". Persze, amikor a lakosság számáról van szó, akkor csak a véglegesen ki- és beutazókat, vagyis a kivándorlók és bevándorlók számát kell figyelembe vennünk. **Szerző**

Miféle mérlegre gondolsz? **Olvasó**

A mérlegnek két serpenyője van. Az egyikbe tesszük az országon belüli (egy adott időtartamra, mondjuk egy hónapra vagy egy évre vonatkozó) szaporulatot, vagyis a születések és a halálozások számának különbségét. A másik serpenyőbe kerül — ugyanerre az időtartamra vonatkozó — „emberáram", vagyis a véglegesen kiutazók és beutazók számának különbsége. Mit mutat ekkor a mérleg nyelve? **Szerző**

Azt, hogy mennyivel nőtt (vagy csökkent) a lakosság száma az országon belül. **Olvasó**

Természetes az adott időtartam alatt. **Szerző**

Eszerint a lakosság mérlege: **Olvasó**

(születés—halálozás)+
(bevándorlás—kivándorlás) =
a lakosság számának megváltozása.

Még annyit tegyünk hozzá, hogy mindez időegységre vonatkoztatott és hogy a születés és halálozás különbségét „*forráserősség*nek" nevezhetjük. **Szerző**

Miért kell ezt forráserősségnek nevezni, nem volt jó a szaporulat szó? **Olvasó**

Dehogynem, de a későbbiek megértését megkönnyíti, ha már ezzel a példával kapcsolatban tisztázzuk, hogy mit értünk forráserősségen; ez a példa jól szemlélteti, hogy csak az országon *belüli* születések és halálozások (időegységre vonatkoztatott) száma szerepel a forráserősségben: a születés pozitív, a halálozás negatív forrást **Szerző**

jelent. Az országon kívül született emberek a vizsgált ország mérlege szempontjából érdektelenek. Csak akkor kell őket figyelembe venni, ha (a határokon keresztül) ide áramlanak; tehát nem forrásként, hanem áramként.

Olvasó Hű, de bonyolult! És mire jó ez az egész? Főleg: mi köze a technikához mindennek?

Szerző Türelmedet kértem és még folytatni is szeretném. Az ország állapotát nemcsak lakosainak számával, hanem különböző árucikkeivel is jellemezhetjük. Könnyű belátni, hogy például a gépkocsik számának (időegységre vonatkoztatott) megváltozására a lakosságéhoz hasonló mérleget készíthetünk.

Olvasó Egy pillanat; ez azért nem olyan magától értetődő. A gépkocsik „születése" — gondolom — a gyártás; de mi a „halálozás"?

Szerző Pedig igazán egyszerű: az ún. „totálkáros" gépkocsik száma. Ez a gépkocsi mérlegben a negatív, a gyártott gépkocsik száma pedig a pozitív forráserősség.

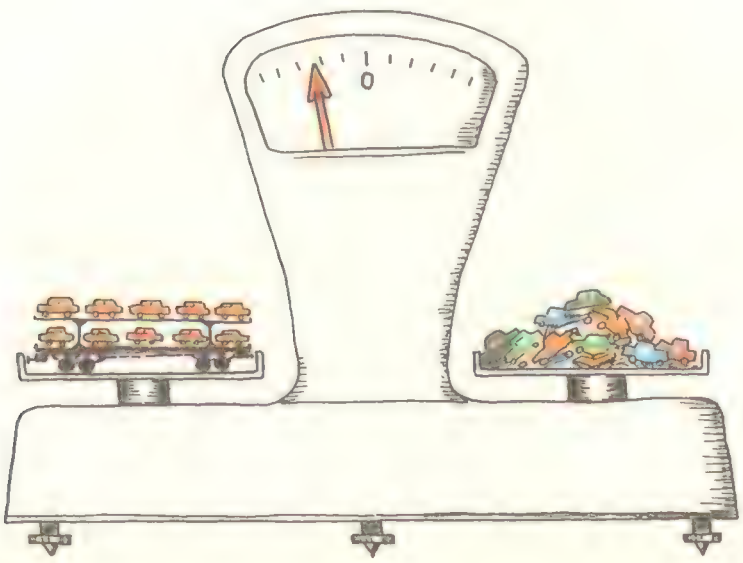
Olvasó A be- és kivándorlásnak nyilván a behozatal és a kivitel (az import és az export) felel meg.

Szerző Igen, miután az ideiglenes ki-beutazásokat most figyelmen kívül hagyjuk. Az export—import különbségét nevezhetjük az ország határain keresztüli gépkocsiáram erősségének. Így már felírhatjuk a mérleget:

$$\frac{\text{gk. forráserősség} -}{\text{gk. áramerősség} =}$$
$$\text{gk. számának megváltozása}$$

Természetes ismét: időegységre vonatkoztatva. Folytathatnánk tovább az országon belüli különböző árucikkek vagy a pénz mennyiségének felsorolásával.

Olvasó Csak nem akarsz mindent felsorolni, ami az országban található?



Egyelőre ennyi is elég! Azt kell csak észrevenni, hogy az ország „állapotjellemzői" között jó néhány olyan van, amelynek változására mérlegegyenletet lehet felírni, s hogy valamennyi ilyen mérlegben a megváltozás a forráserősség és az áramerősség különbségével egyenlő. **Szerző**

Akár a málnaszörpöt is vehetném: forráserősség a hazai gyárakban megtermelt és az országon belül elfogyasztott málnaszörp különbsége; áramerősség a határokon keresztül kivitt és behozott „literek" különbsége. A forráserősség és az áramerősség különbsége pedig megadja: mennyivel növekedett a vizsgált időtartamon belül a málnaszörp raktárkészlete.

Jók a példáid, de úgy érzem, mintha elfeledkeztünk volna a technikáról. Csak nem a málnaszörppel akarod jellemezni a technikai rendszerek állapotát? **Olvasó**

Bizonyos szempontból ennek is lenne értelme, most azonban másról van szó! Mikor lesz a mérleg nyelve középen? **Szerző**

Ugyanaz: amikor ugyanakkora a forráserősség, mint az áramerősség. Például, ha nincs se forrás, se áram. **Olvasó**

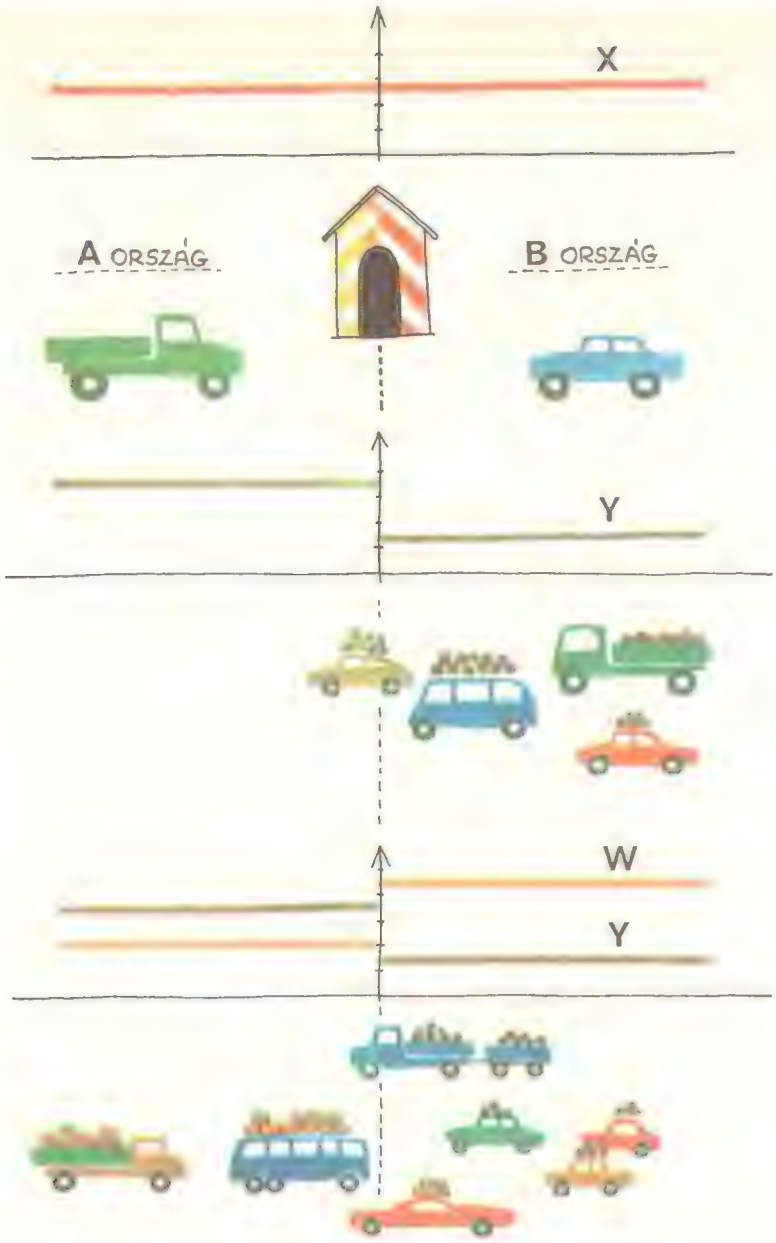
És mikor nincs áram? **Szerző**

Amikor teljes határzár van, vagy ahogy mondani szokták: „lélek az ajtón se be, se ki". **Olvasó**

Ilyenkor valóban nincs áram a határon keresztül. Azt is mondhatjuk, hogy ilyenkor az ország teljesen szigetelve van. De lehet az ország részlegesen is szigetelve. A Közös Piac országai pl. a marhahússal szemben szigetelték országhatáraikat, ami miatt egyik napról a másikra le kellett állítani az Olaszországba irányuló szarvasmarha-exportunkat. Egyes országokban levő szesztilalom a szeszes italra nézve szigeteli az országot. Az ilyen törvények valóban megakadályozzák az áramot. De: olyankor is előfordulhat, hogy az áramerősség zérus, amikor nem tilos az adott áru szállítása. Például Ausztria és Olaszország között gyakorlatilag nincs ruházati-cikk-áram, pedig szabadon lehetne átvinni a határon. **Szerző**

Nyilván azért, mert nincs különbség az árszínvonalban. **Olvasó**

Pontosan erről van szó! Amikor két ország között nem áramlik valamilyen árucikk (vagy, ami a mi szempontunkból ugyanazt jelenti: a ki- és beáramlás erőssége megegyezik; vagyis az áram eredője zérus), annak ellenére, hogy az megengedett lenne, akkor ezekben az országokban az árucikk árszintje megegyezik. Megfordítva is igaz: amikor az árak a két országban különbözők, akkor ettől a különbségtől is függ, hogy a megfelelő árucikk milyen mértékben fog áramlani a két ország között (milyen lesz az áram iránya és erőssége). **Szerző**



Node látom, már unod a példát és talán erőltetettnek is tartod! Nyilván sok érdekeset lehetne még erről mondani, de nem akarlak (és nem is tudnálak) közgazdasági, kereskedelmi, ill. gazdaságpolitikai eszmefuttatásokkal szórakoztatni.

Olvasó Kitaláltad a gondolataimat! Nem szeretnék ismét türelmetlennek látszani, de nem értem, hogy miért kell ilyen egyszerű dolgokról ilyen részletesen beszélni. Mi értelme van ennek az egésznek?

Szerző Nem vetted észre, hogy eddig kétféle tulajdonságról beszéltünk?

Olvasó Dehogynem! Olyanokról, amelyek áramlanak, s olyanokról, amelyek különbsége hozza létre ezeket az áramokat, ha nincs szigetelés.

Van, ami alapvetően megkülönbözteti ezeket a tulajdonságokat. *Az egyik fajta:* a kiterjedéssel arányos. Ilyen pl. a lakosság száma. Két ország egyesítésekor az összlakosság a két ország lakosságának összege. Ugyanígy összegeződik a gépkocsi, a pénz és természetesen az ország területe is. *A másik fajta* tulajdonság a kiterjedéstől nem függ, helyi jellemző. Ilyen pl. a termékek ára vagy az életszínvonal. Két ország egyesítésekor ezek nem összegeződnek, hanem kiegyenlítődnek. Fontos, hogy csak a kiterjedéssel arányos, összegezhető tulajdonságokra lehet mérleget felírni, csak ezek áramlásáról lehet egyáltalán beszélni. (Később ezekről még részletesebben szó lesz.) **Szerző**

Talán jobban megérteném mindezt, ha végre valami technikai példát is mondanál. **Olvasó**

Mindjárt erre is sor kerül, de — e pont befejezéseként — azért emlékeztetnélek még arra, hogy „kérdés—feleleteink" közben (a 174. oldalon) is az (energiával együtt) áramló mennyiségekről és az áramlást előidéző (feszültség jellegű) mennyiségekről volt szó. **Szerző**

8. Műszaki rendszerek „állapotjellemzése"

Végre áttérünk a műszaki rendszerek állapotának jellemzésére. Melyek ezek az állapotjellemzők? **Olvasó**

Az attól függ... **Szerző**

Mi az, hogy „attól függ"? Nem elég egyértelmű az, hogy „műszaki rendszer"? Annak az állapota talán aszerint változik, hogy nézek rá? **Olvasó**

Természetesen nem! Az állapot maga független az emberi szempontoktól. De az állapot *leírása* (miután a „sokszínűséget" egyszerre lehetetlen figyelembe venni) már a vizsgálat szempontjától függően más és más lehet. **Szerző**

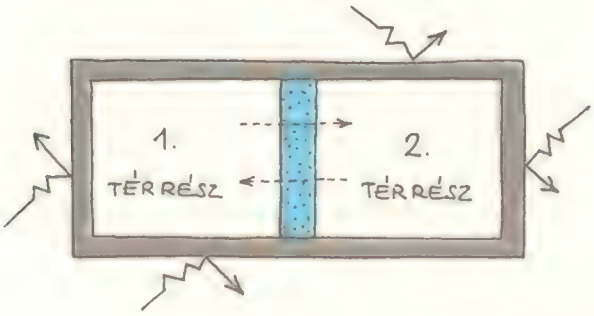
Erről már többször volt szó, mégis nehezen tudom megérteni. Talán később! Kíváncsian várom már, hogy melyik műszaki rendszerrel kezded? **Olvasó**

Tulajdonképpen mindegy, bármelyikkel kezdhetném. Csak a célszerűség diktálja, hogy a vizsgálatok során az egyszerűbbtől a bonyolultabb felé haladjunk. Előbb tekintsük a lehető legegyszerűbb esetet: olyan térrészt, amely környezetétől *tökéletesen* el van szigetelve, kívülről semmilyen hatás nem érheti. **Szerző**

Lehetséges ilyen szigetelés? **Olvasó**

Valóságban nem, de ahhoz hogy a rendszeren belül végbemenő folyamatok törvényszerűségeit megértsük, fel kell tételezni ilyen szigetelés létezését. **Szerző**

És azzal mire megyünk? Ami tökéletesen szigetelve van, abban nem lehetséges semmilyen változás sem. **Olvasó**



Szerző Ez igaz, ha már „elég régen" szigeteltük a rendszert.

Olvasó Akkor meg mit akarunk vizsgálni?

Szerző Egyesítsünk két ilyen, tökéletesen szigetelt rendszert egyetlen rendszerré úgy, hogy a közöttük levő válaszfal már nem tökéletes szigetelő.

Olvasó Értsem úgy, hogy ezen keresztül már lehetséges az, hogy a két rendszer egymásra hatást gyakoroljon?

Szerző Igen és ennek következtében az egyes részek állapota is megváltozhat. Ne feledjük azonban, hogy mindenféle állapotváltozás energiaváltozással jár együtt.

Olvasó Hogyan változhatna az energia, amikor a két rendszer együttese kívülről tökéletesen szigetelve van?

Szerző A két rendszer együttesében — a külső szigetelés miatt — valóban nem lehet energiaváltozás, de az egyik rendszer azért növelheti energiáját a másik rendszer számlájára.

Olvasó Vagyis: amennyivel fogy az egyik energiája, annyival növekszik a másiké.

Szerző Az energia mellett azonban más tulajdonságok is változhatnak. Attól függően, hogy milyen anyagi tulajdonságok változása kíséri az energiaváltozást, beszélhetünk a kölcsönhatások különböző fajtáiról.

Olvasó Tehát ez is az embertől függ?

Szerző Miből gondolod?

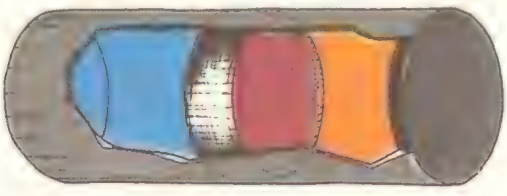
Olvasó Te mondtad, hogy az adott vizsgálati szemponttól függ, hogy milyen tulajdonságokkal jellemezzük a rendszer állapotát.

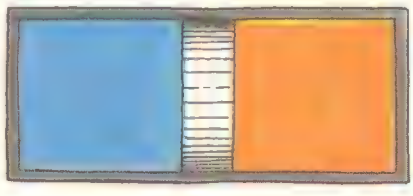
Csakhogy mi már eldöntöttük, hogy energetikai kölcsönhatásokat vizsgálunk, ezzel rögzítettük a „szempontot" is. A többi már csak a fal, a két rendszer közötti válaszfal típusától függ. **Szerző**

A kölcsönhatás fajtája a fal típusától függ? Megmagyaráznád ezt valamivel érthetőbben? **Olvasó**

Tegyük fel, hogy ez a szigetelt térrész egy henger, amelyben az *1* és a *2* rendszert fal választja el. Mi történik akkor, ha ez a fal: dugattyú? **Szerző**

A dugattyú elmozdulhat. **Olvasó**





Változik ekkor valami? **Szerző**

Az egyik rendszer térfogata megnő, a másiké ugyanannyival csökken. **Olvasó**

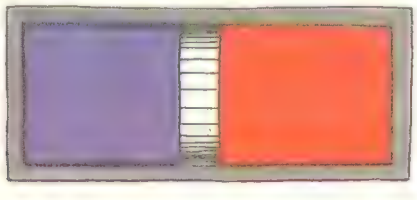
Mi okozhatja a dugattyú elmozdulását? **Szerző**

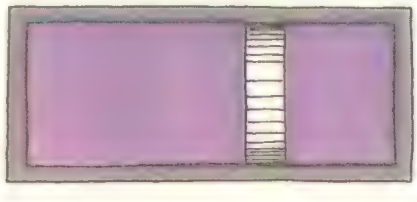
Az, hogy az egyik oldalon nagyobb a nyomás, mint a másikon. **Olvasó**

És meddig tart a dugattyú elmozdulása? **Szerző**

Természetesen csak addig, amíg a két oldalon levő nyomások különbözők. Amikor a nyomás kiegyenlítődött, a dugattyú megáll. **Olvasó**

A dugattyú elmozdult, és ennek eredményeként — ahogy már helyesen mondtad — az egyik rendszer térfogata nőtt és ugyanennyivel csökkent a másik rendszer térfogata. A tökéletes szigetelés miatt a két rendszer össztérfogata nem változott. Mit gondolsz; hogyan változott a rendszerek energiája? **Szerző**





A tökéletes szigetelés miatt az összenergia sem változhatott. **Olvasó**

Az egyes rendszerek energiája is változatlan maradt? **Szerző**

Ha valamennyivel megnőtt az egyik rendszer energiája, ugyanannyival kellett, hogy csökkenjen a másiké. De miért nőtt (vagy csökkent) volna az egyes rendszerek energiája? **Olvasó**

Mert a dugattyú elmozdulása azt is jelenti, hogy az egyik rendszer munkát végzett. Munkavégzés pedig csak energiaráfordítással lehetséges. Az a rendszer, amelynek térfogata megnőtt, munkát végzett és emiatt energiát veszített. Az a rendszer, amelynek térfogata csökkent, energiát nyert. Az ilyen — térfogatváltozással együttjáró — kölcsönhatásokat *mechanikai kölcsönhatás*nak nevezzük. Észrevetted, hogy ennél a kölcsönhatásnál kétfajta mennyiségről beszéltünk? **Szerző**

Olvasó Arra gondolsz, hogy áramló, ill. áramlást előidéző mennyiségek?

Szerző Igen! Gratulálok! Hogyan jutottál erre a következtetésre?

Olvasó Gondoltam, nem hiába nyaggattál az előbb az országok közötti „kereskedelmi" példáiddal!

Szerző Valóban, bár a hasonlatosságból még ne vonjunk le messzemenő következtetéseket. (Erre majd később visszatérünk.) A lényeg, hogy a mechanikai kölcsönhatásnál az áramlást előidéző mennyiség a nyomás (pontosabban: a nyomáskülönbség). De ennél többet is tudunk a nyomásról. Amikor a két rész nyomása megegyezett (a nyomáskülönbség megszűnt) a dugattyú megszűnt mozogni. Megszűnt az áram, annak ellenére, hogy a kölcsönhatás tovább is lehetséges lett volna; megszűnt, mert a „hajtóerő" (a nyomáskülönbség) zérussá vált. Ezt az állapotot egyensúlynak, pontosabban: a két rendszer mechanikai egyensúlyának nevezzük. Figyeljük csak meg; a dugattyú mozgásának iránya a nyomások különbségétől, egyensúlya a nyomások egyenlőségétől függ! A nyomásnak ebben a folyamatban kitüntetett szerepe van: meghatározza a folyamat irányát és az egyensúlyi állapotot is.

Olvasó Ez meg olyan, mint az árucikkeknél az ár: különbségétől függ, hogy...

Szerző Mi az, most meg Te akarsz állandóan visszatérni az előbb már unalmasnak talált példához? Inkább arra válaszolj: melyek a mechanikai kölcsönhatás „áramló mennyiségei"?

Olvasó Nyilván az energia.

Szerző És a térfogat.

Olvasó Hogyan áramolhat a térfogat?

Szerző Áramláson ez esetben azt értjük, hogy amennyivel az egyik rendszerben csökkent az értéke, ugyanannyival nőtt a másikban. Az energia és a térfogat — ilyen értelemben — áramló tulajdonságok és még azt is tudjuk róluk, hogy ún. megmaradó tulajdonságok.

Olvasó Hogyhogy megmaradó, amikor éppen ezek változásával jellemeztük a rendszerek állapotváltozását?

Szerző Nem a rendszereken belül, hanem a kölcsönhatásban levő rendszerek *összességére* értendő a megmaradás. Más szóval: a megmaradó tulajdonságok nem teremthetők és nem semmisíthetők meg. Nagyon fontosak a fizika megmaradási törvényei, mert ezeknek semmiféle elgondolás sem mondhat ellent. Az energia megmaradásáról például ezt írja a Nobel-díjas Landau: „*Az energiamegmaradás törvénye — a fizika szigorú könyvelője. Bármely jelenségről is legyen szó, a bevételnek és a kiadásnak pontosan meg kell egyeznie. Ha valamilyen kísérletnél ez nem lenne igaz, akkor valami nagyon lényegest figyelmen kívül hagytunk. Az energiamegmaradás törvénye ilyenkor jelzi: Kutató! Ismételd meg a kísérletet! Tedd pontosabbá a méréseket! Keresd meg a hiba okát! Ilyen úton a fizikusok több esetben új, lényeges felfedezéseket tettek, újra és újra meggyőződve a törvény szigorú érvényességéről.*"

Világos és érthető fogalmazás! Különösen azoknak kell „megszívlelniük", akik energiafelhasználás nélkül működő gépet, valamilyen örökmozgót akarnak megvalósítani. Szerencsére ma már ilyenek alig akadnak. **Olvasó**

Annál többen voltak a múltban! A történeti hűséghez hozzátartozik, hogy az energiamegmaradás törvényét Helmholtz csak 1847. július 23.-án, a berlini Fizikai Társulat ülésén tartott előadásában fogalmazta meg. De már jóval az energiamegmaradás törvényének felfedezése előtt, 1775-ben a francia Tudományos Akadémia hivatalos határozatot hozott, amelyben kijelentette: többé semmiféle olyan javaslatot vagy kísérleti tervet nem fogad el, amely perpetuum mobile (vagyis: örökmozgó) létesítésével kapcsolatos. **Szerző**

Igérem, hogy nem akarok majd örökmozgót készíteni. De „mozogjunk vissza" a dugattyúnkhoz! Vagy már mindent elmondtál a mechanikai kölcsönhatásról? **Olvasó**

Korántsem, de egyelőre ennyi is elég. *Foglaljuk* röviden össze a leglényegesebbeket: **Szerző**

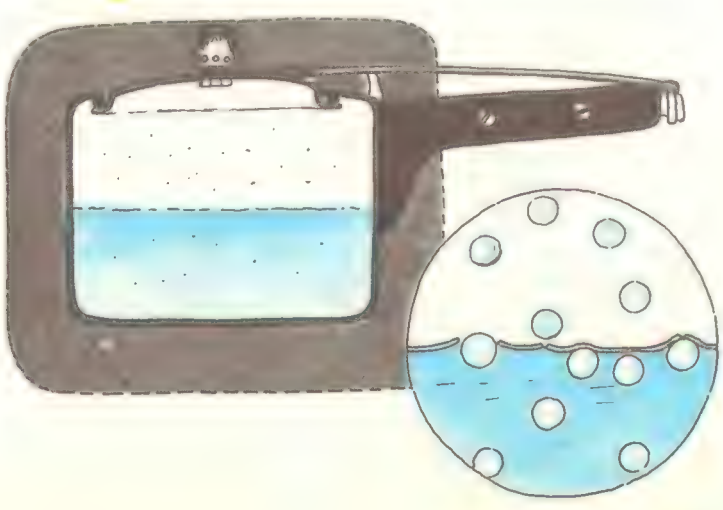
Két rendszer *kölcsönhatásáról* volt szó: az egyik rendszer munkát végzett a másik rendszeren. A kölcsönhatás *irányát* a nyomás különbsége határozta meg: amelyik rendszernek nagyobb volt a nyomása, az vesztett energiát, a másik ugyanennyit nyert. Ezzel együtt változott a térfogat is. Amennyivel nőtt a munkát végző rendszer térfogata, annyival csökkent a másik rendszeré.

Ne haragudj, de kissé már sok lesz az ismétlésből. Harmadszor mondod el ugyanazt! **Olvasó**

Nem akarlak untatni, s ezért mindjárt áttérünk egy másik kölcsönhatásra. Talán abból kitűnik, hogy nem egyszerűen ismétlés volt az előző néhány mondat, hanem az — általad régen kívánt — általánosítás kezdete. A két rendszert elválasztó „fal" most a víz felszíne lesz. **Szerző**

Miféle fal a vízfelszín? **Olvasó**

Egy jól szigetelt kuktafazekat képzelj el. A fazékban két rendszer van, a víz és a gőz. Ezeket választja el egymástól a víz felszíne. **Szerző**



Olvasó Azért mert elválasztja a vizet a gőztől, még nem fal.

Szerző Annyiban azért „falnak" tekinthető, hogy a molekuláknak át kell „ugraniuk" a vízfelszínt, ha a víztérből a gőztérbe vagy a gőztérből a víztérbe akarnak átmenni.

Olvasó A molekulák mozgása jelenti a kölcsönhatást?

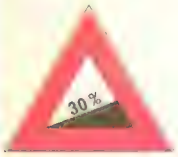
Szerző Pontosabban: a molekulák átmenete a gőzből a vízbe vagy fordítva. Hasonlóan az országok közötti emberáramhoz: a határon keresztüli molekulaáramban jelentkezik a két rész kölcsönhatása. Változik ekkor valami?

Olvasó Az egyik rendszerben megnő a molekulák száma, a másikban ugyanennyivel csökken.

Szerző Amikor a gőzrészben levő molekulák száma nő, azt mondjuk: a víz elgőzölög. Fordított esetben: a gőz lecsapódik. A molekulák számának változásával együtt változik a rendszerek energiája is.

Olvasó Miért változna az energia?

Szerző Elég lenne arra emlékeztetnem, hogy minden kölcsönhatás csak energiaváltozással együtt lehetséges. De közvetlenül is belátható, hogy a molekuláknak energiájuk is van, és amikor egyik térrészből a másikba átlépnek, magukkal viszik ezt az energiát. Az ilyen — molekulaszám-változással kapcsolatos — kölcsönhatást nevezzük a *kémiai anyag kölcsönhatásának.*



Olvasó Miért mondasz „kémiai anyag"-ot, miért nem csak egyszerűen anyagi kölcsönhatást?

Szerző Mert az „anyag" szónak a magyar nyelvben többféle jelentése is van: egyaránt jelent kémiai és filozófiai értelemben vett anyagot. Más nyelvekben az utóbbit latin eredetű szóval jelölik. A németben pl. Materia, az angolban matter, az oroszban вещество. A kémiai értelemben vett anyagra külön szavuk van: Stoff, substance, ill. материя. A magyar nyelvben az általános értelemben vett anyag megjelölésére nem terjedt el a materia szó. (Bár az „anyagelvűség" helyett általában a „materializmust" használjuk.) Egyszerűen csak „anyagi" kölcsönhatásról nem beszélhetünk, mivel akkor joggal lehetne kérdezni: melyik kölcsönhatás nem „anyagi". Létezhet olyan kölcsönhatás, amely nem (a filozófiai értelemben vett) anyaggal kapcsolatos?

Olvasó Valóban problematikus ez az elnevezés.

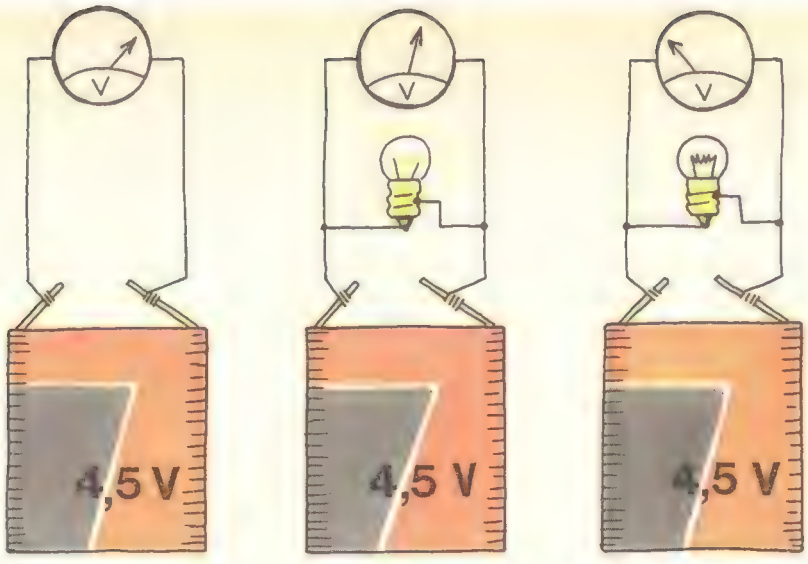
Szerző Azt hiszem, felesleges nekünk ezen tovább elmélkedni! Az a lényeg, hogy e kölcsönhatás során az egyik rendszer tömege és energiája nőni fog, mégpedig pontosan annyival, amennyivel a másik rendszeré csökken.

Olvasó Ez természetes is, hiszen a tömegre és energiára érvényes a megmaradás törvénye. Az együttes térrész kívülről teljesen szigetelt és így nem kaphat, de nem is veszthet energiát, ill. tömeget: A két rendszer együttesét nézve mennyiségük nem változhat.

Szerző Egészen belejövünk! Vegyünk most egy olyan válaszfalat, amely elektromosan vezető, de tömeget nem enged át és a térfogatváltozást is megakadályozza. Milyen kölcsönhatás lehetséges ebben az esetben?

Olvasó Most is víz és gőz van a rendszereinkben?

Szerző Nem, gondolj inkább egy zseblámpaelemre! Az egyik rendszer az elem +, a másik a — sarka. A két rendszert kapcsolatba hozzuk egymással: összekötjük vezetékkel a + és a — sarkot.



Az elem kisül. **Olvasó**

Az mit jelent? **Szerző**

Mintha nem tudnád: használhatatlanná válik az elem! **Olvasó**

Mégis miért? **Szerző**

Mert a feszültség zérus lesz. **Olvasó**

Pontosabban: amíg feszültség (vagyis: elektromos potenciálkülönbség) van az elem két sarka között, addig elektromos töltés áramlik a — saroktól a + felé. Az elektromos töltés magával viszi energiáját is, munkát végez a rendszeren. **Szerző**

Itt az elektromos töltés és az energia az áramló, az elektromos potenciál az áramlást előidéző mennyiség? **Olvasó**

Úgy van! Foglaljuk hát össze ezzel, az ún. elektromos kölcsönhatással kapcsolatos megállapításainkat: Két rendszer elektromos kölcsönhatása esetén az egyik rendszer munkát végez a másik rendszeren. A kölcsönhatás irányát a potenciálkülönbség határozza meg: amelyik rendszerben nagyobb volt az elektromos potenciál, az vesztett energiát, a másik ugyanannyit nyert. Ezzel együtt változott az elektromos töltés is. Amennyivel csökkent a munkát végző rendszer elektromos töltése, annyival nőtt a másik rendszeré. **Szerző**

Ez szinte szó szerint megegyezik azzal, amit a mechanikai kölcsönhatás összefoglalójaként mondottál. **Olvasó**

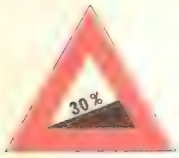
Nem véletlen! *Minden* kölcsönhatásra jellemző, hogy az energián kívül még *egy jellemző* tulajdonság *áramlik* a rendszerek között, s minden esetben van *egy jellemző* mennyiség, amely az *áramlás irányát* és az *egyensúlyt* is meghatározza. **Szerző**

Ez kezd érdekes lenni! Milyen kölcsönhatás következik? **Olvasó**

Előbb egy kis szünet következik. Egyszuszra mégsem szaladhatunk végig mindenen! **Szerző**

9. Energiaváltozás

Szerző Mielőtt tovább megyünk, idézzük fel, hogy mi is történt az egyes kölcsönhatások során: a két rendszert egymással kapcsolatba hozva folyamat indult meg, amelynek eredményeképpen az energia megváltozott. De mit értünk az energia megváltozásán?



Olvasó Természetesen nem azt, hogy elfogy vagy keletkezik, hanem azt, hogy az egyik rendszer energiát veszít, a másik rendszer pedig energiát nyer.

Szerző Fogalmazzuk meg ezeket a változásokat fizikai ismereteink alapján. Emlékszel arra, hogy a dugattyú esetében az a rész, amelynek térfogata ΔV értékkel megnő, mekkora munkát végez?

Olvasó A mechanikai munka a nyomás és a térfogatváltozás szorzata!

Szerző Tehát a munkát végző rendszernek $\Delta E = -p\Delta V$ értékkel csökken az energiája. Hasonlóan számolható az elektromos kölcsönhatás során létrejövő energiaváltozás. Amikor az egyik rendszerben az elektromos töltés Δq értékkel megváltozik, akkor ezzel arányosan változik energiája is; az energiaváltozás az U potenciál és a töltésváltozás szorzata: $\Delta E = U\Delta q$.

Olvasó Szemmel látható a hasonlóság a két energiaváltozási képlet között. Az U elektromos potenciál helyére a $-p$, a q töltés helyére a V írásával ugyanazt a kifejezést kapjuk.

Szerző Ez egyben azt jelenti, hogy a nyomás, ill. az elektromos potenciál „arányossági tényezők" is; jelzik, hogy az egységnyi térfogat-, ill. töltésváltozáshoz mennyi energiaváltozás tartozik.

Olvasó Érdekes! Egyre több közös vonása van a nyomásnak és az elektromos potenciálnak: mindkettő áramlást előidéző, kiegyenlítődő jellemző; most még ehhez hozzájön, hogy energiaarányossági tényező.

Szerző Minden kölcsönhatáshoz tartozik egy-egy ilyen „potenciál jellegű" jellemző...

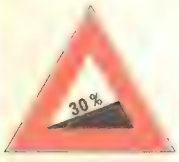
Olvasó ...kivéve a kémiai anyagi kölcsönhatást!

Szerző Miért lenne az kivétel?

Olvasó Mert már rég túl vagyunk rajta és ilyesmiről szó sem volt!

Szerző Nem volt elég ismeretünk *eddig* ahhoz, hogy erről is említést tegyünk. Most azonban már tudjuk, hogy olyan jellemzőről van szó, amely (miként a nyomás vagy az elektromos potenciál) független a kiterjedéstől, különbsége áramlást (mégpedig molekulaáramot) idéz elő és arányossági tényező (számértéke megadja, hogy az egységnyi molekulaváltozáshoz mekkora energiaváltozás tartozik).

Olvasó Ebből ugyan még nem tudom, hogy mi lehet az a jellemző, de a hasonlatosság kedvéért nevezzük ezt az ismeretlent kémiai potenciálnak.



Elkéstél a javaslatoddal, mert a múlt század második felének híres vegyésze, Gibbs már ezt a nevet adta a „gyereknek", és görög mü (μ) betűvel jelölte. Ezzel a kémiai anyagi kölcsönhatásnál fellépő energiaváltozást is megadhatjuk az előbbiekhez hasonló formában: $\Delta E = \mu \Delta m$, a molekulaszámot (vagy az ezzel arányos tömeget) m betűvel jelölve. **Szerző**

Ezt nem nagyon értem! A nyomás és az elektromos potenciál szerepe világos, hogy úgy mondjam: megszokott. De ez a kémiai potenciál egy kissé ködös, legalábbis az én számomra. Mit értünk ezen? **Olvasó**

Ne gondolj többre, mint amiről szó volt! A kémiai potenciál a kémiai anyagi kölcsönhatás esetében ugyanazt a szerepet tölti be, mint a mechanikai kölcsönhatásnál a nyomás vagy az elektromos kölcsönhatásnál a potenciál. Amikor pl. a kuktafazékban víz és vízgőz van, a víz mindaddig párolog, amíg kémiai potenciálja nagyobb, mint a vízgőzé. Egyensúly csak akkor van, ha a kémiai potenciál kiegyenlítődik. **Szerző**

Egyensúlyban levő víz—gőz rendszerben is van tömegáramlás: H_2O molekulák kilépnek a vízszintről, ill. belépnek a gőzből a vízbe. **Olvasó**

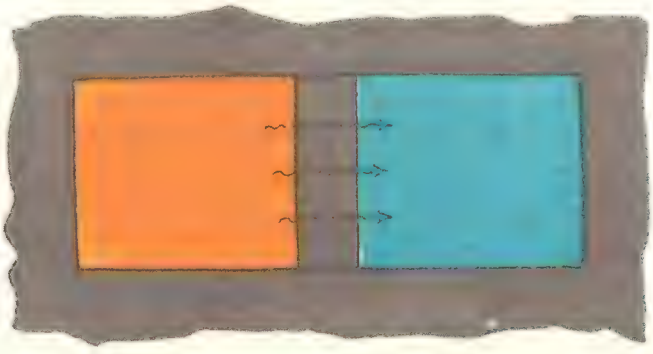
Csak éppen az egyensúly miatt, a ki-belépő molekulák száma és az általuk szállított energia is megegyezik. **Szerző**

Hasonló ez ahhoz, mint amikor két ország között szabad az utasforgalom, és mégsem változik sem az egyes országban levő emberek száma, sem az ország pénzkészlete? **Olvasó**

Igen, ha a szaporodást számításon kívül hagyjuk (a pénz- és az embermennyiséget forrásmentesnek vesszük). Minden ember visz magával valamennyi pénzt, de mivel az átlagos pénzkészlet mindkét országban azonos, egyensúlyi utasforgalom esetén nemcsak az oda-vissza utazók száma, hanem az általuk szállított pénz összege is megegyezik: az áramok eredője zérus. **Szerző**

Kezdem megszokni azt, amit mondasz és azt is, ahogyan mondod! **Olvasó**

Még nagyon sok példát lehetne felhozni: beszélhetnénk az elektromágneses kölcsönhatásról, a mozgásmennyiség-cseréről, sőt egyes biológiai vagy közgazdasági kölcsönhatásokról. Ezeknél — amelyek egyébként is meghaladnák beszélgetéseink kereteit — fontosabb számunkra egy olyan kölcsönhatás, amely talán az összes közül a leggyakoribb (legalábbis a műszaki folyamatokban), ez az ún. termikus kölcsönhatás vagy más szóval hőhatás. *Termikus kölcsönhatás* lehetséges olyan rend- **Szerző**



szerek között is, amelyeket elválasztó fal tömeg, elektromos töltés, térfogat vagy más — megmaradó — tulajdonság átáramlását nem teszi lehetővé. Azt a fizikai jellemzőt, amelynek különbsége ilyen elválasztó fal esetén is energiaáramot vált ki a két rendszer között, ill. amelynek kiegyenlítődése az egyensúly beálltának feltétele: hőmérsékletnek nevezzük.

Olvasó Ennél bonyolultabban még nem hallottam megfogalmazni a hőmérsékletet!

Szerző Mondhattam volna, hogy ez is potenciál: termikus potenciál.

Olvasó Miért nem jó neked a hőmérséklet szó? Már nyelvújítással is foglalkozol?

Szerző Nem azt mondtam, hogy nem jó! Nincs értelme változtatni egy megszokott elnevezésen. De ne feledd, hogy a század eleji szóhasználatban még a „hőmérsék" szerepelt, vagyis a hő mértékét akarták jelölni vele. Ma már tudjuk, hogy a T nem a „hő mértéke", és így nyugodtan használhatjuk a hőmérséklet szót. Ez még nem kell, hogy azt jelentse, hogy a névvel együtt a hőanyagelméletet is elfogadjuk, amelyből ez az elnevezés származott.

Olvasó Szószaporításnak érzem ezt az egészet. Több régi tankönyvet is láttam, amelyben egyszerűen — ennél sokkal egyszerűbben — vezetik be a hőmérséklet fogalmát. Pl. ilyeneket olvastam: *„a hőmérséklet fogalma hőérzeteinkben gyökerezik"*, vagy *„a testek hőmérsékletét szubjektív módon közvetlen tapintással is érzékelhetjük"*.

Szerző Nagyszerű! Akkor egyszerűbb lenne azt mondani, hogy *„az elektromos potenciál fogalma villamos érzeteinkben gyökerezik"*, *vagy „az elektromos potenciált szubjektív módon, közvetlen tapintással is érzékelhetjük"*.

Olvasó Ez a hasonlat nagyon sántít! Először is: elektromos potenciált nem lehet érzékelni, csak potenciálkülönbséget. Másodszor: a hőmérséklet érzékelése — az elektromos potenciálkülönbséggel, a feszültséggel szemben — veszélytelenebb, mivel nem okoz fiziológiai elváltozásokat, nem járhat halálos következménnyel.

Szerző Ugyanezt állítanád akkor is, ha történetesen 1000 °C hőmérsékletű test hőmérsékletét akarnád „érzékelni"?

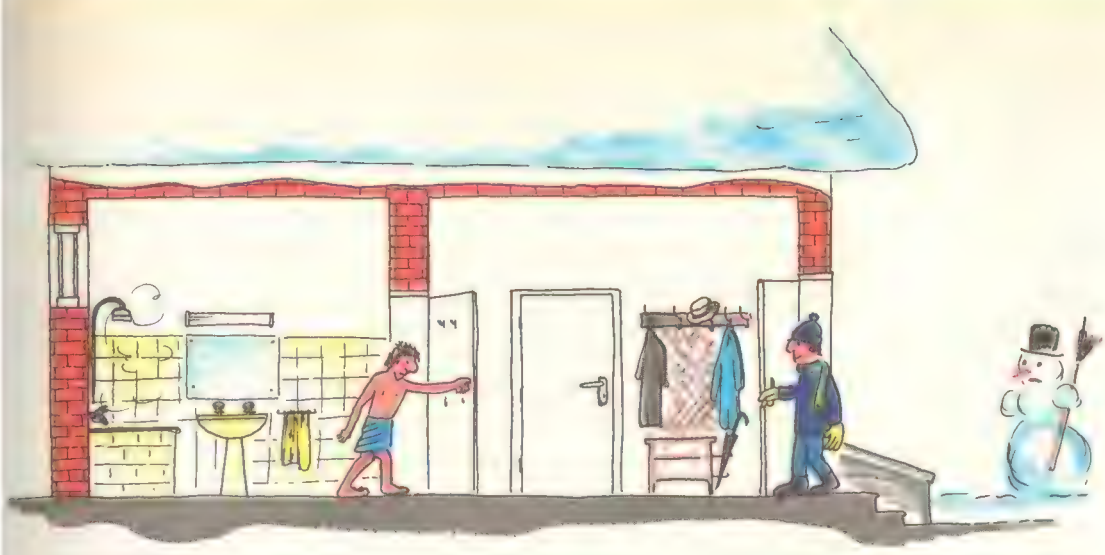
Olvasó Az ilyen nagy hőmérséklet természetesen veszélyes!

Szerző És ha csak néhány volt feszültséget kellene érzékelned?

Olvasó Látod, itt van a nagy eltérés: nem maga a feszültség a veszélyes, hanem az elektromos áram. Kis feszültség hatására is létrejöhet olyan áramerősség, amely halálos áramütést okoz. Tulajdonképpen az áram az, amit érzékel az ember, és nem a feszültség!

Szerző Kis feszültségnél nagy áram? Mi lehet ennek az oka?

Olvasó Az emberi test ellenállása sok körülménytől (száraz vagy nedves bőrfelülettől, a ruházattól, izzadságtól, sőt az idegállapottól is) függ. Mennél kisebb egy test ellenállása, annál nagyobb áram folyik át rajta azonos feszültség hatására.



Szóval ez „egészen más”, mint a hőmérséklet érzékelése... Egy pillanat! Hogyan is érzékeljük a hőmérsékletet? **Szerző**

Minden iskolásgyerek elmondja Neked, hogy két testet megérintve meg tudjuk állapítani, melyik a melegebb, ill. hidegebb. **Olvasó**

És ha egy harmadik test is van? **Szerző**

Ne bosszants már ilyen kérdésekkel! A harmadik testről meg tudjuk mondani, hogy a másik kettő közül melyiknél melegebb, ill. hidegebb. **Olvasó**

Biztos vagy ebben? Ha bemész egy 20 °C hőmérsékletű szobába télen a hideg utcáról vagy a meleg fürdőszobából, vajon ugyanazt érzed? **Szerző**

Nevetséges, persze, hogy nem ugyanaz lesz a hőérzetem. **Olvasó**

És ennek mi az oka? **Szerző**

Az, hogy tulajdonképpen nem hőmérsékletet, hanem hőmérséklet-különbséget érzékelek. **Olvasó**

Pontosabban: valamit, ami a hőmérséklet-különbséggel arányos. Ez pedig az energiaáram! Az érzékelés minden esetben az energiaárammal kapcsolatos. Halált okoz az „áramütés” akkor, ha az emberi szervezet olyan mennyiségű energiát kap, amely teljesen felbontja energiaháztartását, biológiai elváltozásokat okoz. Ez az energiamennyiség az ember és az „energiaadó” közötti kölcsönhatás különböző formáiban juthat a szervezetbe. Így pl. termikus kölcsönhatás eredményeként (hőátadás), erőhatás következtében (impulzusátadással együtt), vagy éppen elektromos potenciálkülönbség hatására. A termikus kölcsönhatásról is elmondható, hogy ugyanolyan hőmérséklet-különbség mellett „nagyobb meleget” érzel, attól függően, hogy mekkora tested termikus ellenállása. A test ellenállása sok körülménytől (száraz vagy nedves bőrfelület, ruházat, izzadtság, sőt az idegállapottól is) függ. Bizonyos körülmények között az is előfordulhat, hogy az embert halálos „áramütés” (hőguta) éri. **Szerző**

Szinte szó szerint megismételted azt, amit az előbb mondtam az elektromos áramütésről. Mit akarsz ezzel elérni? **Olvasó**

Szerző Csak annyit, hogy ne tartsd „szószaporításnak" azt a hőmérséklet-meghatározást, amit az előbb elmondtam. Az „érzeteknél" fontosabb most számunkra az, hogy felismerjük: a hőmérséklet ugyanolyan típusú jellemző, mint az elektromos potenciál, a nyomás vagy a kémiai potenciál.

Olvasó Rendben van, ezt elfogadom. De akkor lennie kell egy olyan mennyiségnek is, amely a termikus kölcsönhatás alkalmával az energiával együtt áramlik. Márpedig azt mondtad, hogy ilyen nincs!

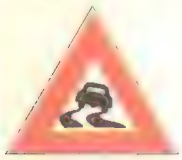
Szerző Ezt nem mondtam, csak azt, hogy *megmaradó* tulajdonság nem áramlik az energiával együtt.

Olvasó Ezt miért kell hangsúlyozni?

Szerző Mert a termikus kölcsönhatáshoz is rendelhető egy *áramló* tulajdonság. Félreértés ne essék: enélkül is tárgyalhatnánk a továbbiakat, de a kép így egységesebb, szemléletesebb és könnyebben megjegyezhető lesz.

Olvasó Ez tehát egy önkényesen megválasztható, tetszés szerinti jellemző lesz?

Szerző No, nem egészen! Nyilván olyannak kell lennie (hasonlóan a térfogathoz, a tömeghez vagy az elektromos töltéshez), amely a kiterjedéssel arányos, amelynek megváltozása a hőmérséklettel szorozva energiaváltozást ad. Ezt a jellemzőt *entrópiának* nevezzük és *S* betűvel jelöljük.



Olvasó Ami engem illet, én az entrópiával sem vagyok kibékülve. Túlzottan elvont az, amit eddig hallottam róla.

Szerző Nem szükséges feltétlenül másra, ill. többre gondolnod, mint ami — az adott esetben — a lényeg: Az entrópia a termikus kölcsönhatáshoz tartozó mennyiség. Segítségével tudjuk felírni a termikus kölcsönhatáshoz tartozó energiaváltozást, az előbbiekhez hasonló formában:
$\Delta E = T\Delta S$.

Olvasó Ez minden, amit az entrópiáról elmondhatunk?

Szerző Korántsem! Csak annyi, amennyire a további tárgyalásunkhoz szükségünk van. Foglaljuk össze mindazt, amit a kölcsönhatásokról elmondottunk, táblázatos formában:

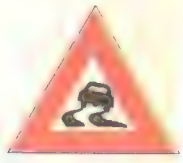
Kölcsönhatás neve	Áramló mennyiség	Áramlást előidéző mennyiség	Energiaváltozás
Termikus	S entrópia	T hőmérséklet	$T\,\Delta S$
Mechanikai	V térfogat	p nyomás	$-p\,\Delta V$
Kémiai anyagi	m tömeg	μ kémiai potenciál	$\mu\,\Delta m$
Elektromos	q töltés	U potenciál	$U\,\Delta q$

Ezzel az egyszerű kölcsönhatásokkal végeztünk. A valóságban ugyanis ilyen „tiszta" kölcsönhatások nincsenek. (Említett példáink sem tiszta kölcsönhatások:

a kuktafazék pl. nincs kívülről termikusan szigetelve; közte és környezete között termikus kölcsönhatás is van. Ugyanígy a többi példáink is csak erős közelítésként foghatók fel tiszta kölcsönhatások képviselőinek.)

Ezek szerint hiábavaló volt az eddigi egyszerűsítés? **Olvasó**

Szerző



Az egyszerűtől haladunk a bonyolultabb felé. Amikor olyan bonyolult rendszert vizsgálunk, amely környezetével egyidejűleg többféle kölcsönhatásban is van, akkor is felhasználhatjuk ismereteinket a *részfolyamatokról*, vagyis azokról az egyszerű kölcsönhatásokról, amelyeknek során (az energián kívül) csak egy áramló mennyiséget veszünk figyelembe. Az energia ugyanis megmaradó tulajdonság és így az összetett kölcsönhatás *teljes energiamegváltozása* az egyes (egyszerű) kölcsönhatásokhoz tartozó energiaváltozások összege lesz. Amikor egyidejűleg pl. mechanikai, termikus és kémiai anyagi kölcsönhatás van, akkor

$$\Delta E = T\Delta S - p\Delta V + \mu\Delta m$$

lesz a teljes energiaváltozás.

Várj csak egy pillanatra! A $-p\Delta V$ szorzatról tudjuk, hogy a munkával egyenlő. A $T\Delta S$ szorzat a hő. Mi a $\mu\Delta m$ szorzat? **Olvasó**

Ez is munka. A Δm mennyiségű kémiai anyag átviteléhez szükséges munka. **Szerző**

Így tehát az energia megváltozása a különböző „munkák" összege? **Olvasó**

Természetesen! Az energiamegváltozás mindig munkavégzés következménye. És ezzel be is fejezhetjük a kölcsönhatások tárgyalását. **Szerző**

Azt hittem, hogy csak most fogunk hozzá! Mindez inkább fizika volt, mint technika. **Olvasó**

Ismered azt a mondást: „A ma fizikája, a holnap technikája". Mindaz, amiről most szó volt (egyszerűsített formában) alapja annak a szemléletnek, amelyben a különböző műszaki folyamatok egységes rendbe állnak össze. **Szerző**

10. Az állapotjellemzők két típusa

Szerző

Eddigi beszélgetéseinkben már megkülönböztettük az állapotjellemzők két típusát:

Az egyik típus — a kiterjedéssel arányos,
— a kölcsönhatás során áramlik,
— a rendszerek egyesítésekor összegeződik;
míg a másik — a kiterjedéstől független,
— az áramlást előidézi,
— a rendszerek egyesítésekor kiegyenlítődik.

Az első típusba soroltuk az ország területét, az áruk mennyiségét, a pénzt, ill. a térfogatot, a tömeget, az elektromos töltést, az entrópiát és természetesen az energiát is.

A második típusba soroltuk az árakat, az életszínvonalat, ill. a nyomást, a kémiai potenciált, az elektromos potenciált és a hőmérsékletet.

Az első típus összefoglaló neve: *extenzív* mennyiségek; a másodiké: *intenzív* mennyiségek.

Olvasó Eddig általában kerülted az idegen szavakat, most meg egyszerre kettőt is bedobsz? Nem lehetne ugyanezt magyarul mondani?

Szerző Bizonyos esetekben szükség van nem magyar eredetű szavak használatára is, mert a szó szerinti magyar fordítás félreérthetővé tenné a fogalmat. (Az imperializmus szó helyett sem mondunk birodalmasítót, vagy a szocializmus helyett társadalmasítót.) Az erőltetett magyarosítást a nyelv kidobja magából, az értelmesen használt idegen eredetű szó pedig szerves részévé válik a nyelvnek. (Ki használná ma már pl. az oxigén helyett — a múlt században még elfogadott — „éleny" szót?)

Olvasó Elismerem, hogy a magyar nyelv is tele van idegen eredetű ún. jövevényszavakkal. De ha nem muszáj, ne szaporístuk...

Szerző Muszáj? Muszáj muszájt mondani? A „muszáj" tiszta német eredetű szó! Ehelyett nyugodtan mondhatod: feltétlenül szükséges vagy okvetlenül kell. Értelme teljesen megegyezik. De az *extenzív* helyett a „kiterjedt" vagy „terjeszkedő", az *intenzív* helyett a „hathatós" vagy az „erős" szavak használata ugyancsak zavaró lenne.

Olvasó Aminek az értelmét az ember tudja, ott nem zavar az idegen eredet. Extenzív és intenzív mennyiségekről viszont még nem hallottam.

Szerző Most is csak azért vezettük be e szavakat, hogy ne kelljen állandóan az állapotjellemzők két típusának minden tulajdonságát felsorolni. E fogalmakkal egyszerűen összefoglalhatjuk az eddigieket:

Két rendszer között — a köztük levő fal tulajdonságaitól függően — különböző kölcsönhatások lehetségesek. Minden egyes kölcsönhatást egy-egy extenzív—intenzív mennyiségpár jellemez. *Az extenzív mennyiség áramát az intenzív mennyiség különbsége okozza.* A kölcsönhatás során létrejövő *energiaváltozás egyenlő a jellemző intenzív mennyiség és az extenzív mennyiség megváltozásának szorzatával.* Két rendszer egyensúlyban van, ha a jellemző intenzív mennyiségek különbsége zérus.

Ennyi az egész és most már áttérhetünk a műszaki folyamatok tárgyalásának egységes rendszerére.

11. Mérleg a technikában

Olvasó Különböző műszaki folyamatok egységes rendszere — ennek bemutatását ígérted. Érdeklődéssel várom: hogyan lesz az előbbi fizikai eszmefuttatásokból a műszaki folyamatokra érvényes szemlélet.

Szerző Amikor egy műszaki rendszert akarunk jellemezni, mindenekelőtt azt kell tisztázni, hogy milyen kölcsönhatásokat kell figyelembe venni. Ennek ismeretében azonnal megmondhatjuk, hogy melyek a rendszer áramló és melyek a kiegyenlítődő jellemzői (extenzív és intenzív mennyiségei), sőt azt is, hogy milyen tagokból tevődik össze a folyamat során létrejövő energiaváltozás.

Olvasó Ez valóban lényeges, de azt hiszem, még nagyon kevés. Annyi előnnyel mindenesetre jár, hogy már tudjuk: mik azok a „valamik", amiknek változásával foglalkoznunk kell. Honnan tudjuk azonban, hogy milyen gyorsan változnak és hogy ez a változás — ahogy már oly sokszor mondtad — célszerű irányban halad-e?

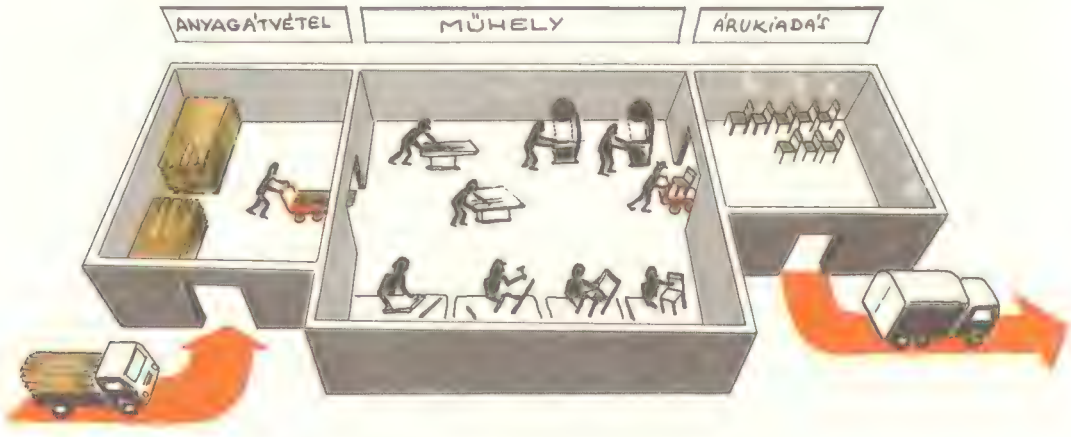
Szerző Menjünk sorjában, először a változás sebességével foglalkozunk! Ezt az ún. *mérlegegyenletek* fejezik ki.

Olvasó Olyan mérlegegyenletekre gondolsz, mint amilyeneket az országokkal kapcsolatban írtunk le?

Szerző Formailag pontosan olyanokról lesz szó: az extenzív mennyiség változása = az extenzív mennyiség forráserősségének és a határokon keresztüli áramának különbségével. Csak most az extenzív mennyiség nem a lakosság száma, vagy a gépkocsik mennyisége, hanem a műszaki folyamat jellemző extenzív mennyisége. Annyi ilyen mérlegegyenletre van szükségünk, ahány fajta kölcsönhatás lehetséges a rendszerben.

Olvasó Nem értem, hogy mi értelme van most a forrásnak, hiszen csak megmaradó extenzív mennyiségekről beszéltünk. Megmaradó tulajdonságoknak pedig nem lehet forrásuk, nem teremthetők és nem semmisíthetők meg.

Szerző Ebben igazad van, de gondolj a következő példára: Egy műhely termelésének mérlegét kell felírni. Nyilván nincs olyan műhely, amelyre ne lenne igaz a tömegmegmaradás törvénye. De a mérleget nem az össztömegre írjuk fel, hanem pl. a nyersanyagra, egyes termékekre és/vagy a hulladékanyagra. Ezek mindegyike extenzív mennyiség, mégis van forrásuk: a nyersanyagot fogyasztja, a terméket és a hulladékot termeli a műhely. A fogyasztás negatív, a termelés pozitív forrás.



Olvasó A termék éppen ebből a „forrás"-ból áramlik ki. Akkor mi a különbség a forráserősség és az áramerősség között?

Szerző Biztos, hogy minden megtermelt áru azonnal elhagyja a műhelyt?

Olvasó Nem feltétlenül, egy része raktárba is kerülhet.

Szerző A forráserősség és az áramerősség különbsége pontosan a raktárkészlet növekményével egyenlő! Ez a mérleg!

Olvasó Kezdem már érteni, hogy mit jelent a forrás...

Szerző Még egy példát: az energiamegmaradás törvényét sem vitatja senki, mégis beszélünk energiaforrásról. A teába tett cukor oldódása energianyelő folyamat. Kémiai reakció során viszont a molekulák kötési energiájának egy része felszabadul és növeli a rendszer belső energiáját. Ennek hatására a rendszer kitágul és/vagy hőmérséklete megnő. A különböző energiafajták egymásba átalakulhatnak. Az egyes energiafajtáknak tehát — a többi rovására — forrásuk van. Ez persze nem változtat azon, hogy az összenergia változatlan marad.

Olvasó Tehát annyi mérleget kell vizsgálnunk, ahány extenzív mennyiség jellemzi a folyamatot?

Szerző Így van, s ez — látszólag — nagyon egyszerű! De ne felejtsük el, hogy ez az egyik legfontosabb lépés és így alapos körültekintést igényel. Mindig a vizsgálati (leírási) szempont szabja meg, hogy mely kölcsönhatásokat kell elsősorban figyelembe venni; vagyis azt, hogy milyen extenzív mennyiségek mérlegeivel kell foglalkoznunk.

Áram

Ezek szerint különböző (egymástól független) extenzív mennyiségek vannak, és attól függően, hogy ezek közül melyik vesz részt a folyamatban, beszélhetünk különféle kölcsönhatásokról és ennek megfelelően más-más jelenségekről. **Olvasó**

Valóban úgy gondolod, hogy pl. az energia, a térfogat és a tömeg külön-külön, egymástól függetlenül létező „dolgok"? **Szerző**

Az eddigiekből ez derült ki. Eszerint osztályoztad a kölcsönhatásokat, hangsúlyozva, hogy mindegyikhez tartozik egy-egy jellemző extenzív tulajdonság. **Olvasó**

Most fogalmaztál helyesen: tulajdonságot mondtál. De minek a tulajdonságáról van szó? **Szerző**

Természetesen az anyag tulajdonságáról. Anyag nélkül nem létezhet sem energia, sem tömeg, sem bármely más extenzív mennyiség. **Olvasó**

Ne haragudj egy közbevetett gyerekes példáért! Tegyük fel, hogy egyik barátodnak kék szeme, szőke haja és magas homloka van. Mondhatjuk, hogy mindezek barátod „tulajdonságai". Tulajdonságaihoz tartozhat még a jó beszédkészség, határozott fellépés, megnyerő modor... **Szerző**

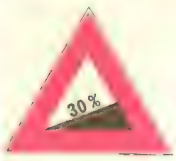
Mi van...? **Olvasó**

Mondtam előre, hogy gyerekes a példa. Meglepőnek tűnhet a most következő kérdés: El lehet képzelni, hogy barátod valamelyik tulajdonsága „önállósítja" magát és tőle függetlenül „létezzen"? **Szerző**

Ne viccelj már! Mire akarsz ezzel célozni? **Olvasó**

Legyen „barátunk" az anyag, és tulajdonságai az említett extenzív mennyiségek... **Szerző**

Olvasó Világos! Egyik anyagi jellemző sem önállósíthatja magát, egyik sem képzelhető el függetlenül az anyagtól, amely e tulajdonságok hordozója.



Szerző Az extenzív mennyiségek szerinti csoportosítás, a kölcsönhatások osztályozása az anyag különböző, de egymástól elszakíthatatlan tulajdonságai közül mindig azt helyezi előtérbe, amely az adott jelenség szempontjából *lényeges*. A tömeg, az energia, az elektromos töltés, a térfogat, s i. t., valamennyien az anyag tulajdonságai. Az anyag az, ami áramlik és az egyes kölcsönhatások szerinti csoportosítás csak azt jelenti, hogy mely extenzív tulajdonságokat tekintünk — az adott vizsgálati szempont szerint — elsődlegesnek. Ezzel azonban azt is rögzítjük, hogy mit tekintünk az áramlást előidéző mennyiségnek.

Olvasó Gondolom, erről már szó volt a korábbiakban. Az akkumulátornál pl. az elektromos áramot a két sarok közötti potenciálkülönbség (az elektromos feszültség) hozta létre.

Szerző Egy-két fizikai összefüggésre most szükségünk lesz. Képletekkel leírjuk ugyanazt, amit szavakkal is elmondtunk. Az elektromos áramra — bizonyára emlékszel — érvényes az Ohm-törvény:

$$I = \frac{1}{R}(U_1 - U_2);$$

vagyis az I elektromos áram egyenlő az U_1 és az U_2 közti potenciálkülönbség osztva az R ellenállással. Az ellenállás reciprokát

$$\frac{1}{R} = G$$

vezetési tényezőnek nevezik. Ezzel az előbbi képlet:

$$I = G(U_1 - U_2).$$

És mi okozza az energiaáramot a termikus kölcsönhatásnál?

Olvasó A hőmérséklet! Még Te mondtad, hogy helyesebb lenne termikus potenciálnak nevezni.

Szerző A Newton-féle hővezetési törvény a hőátadással szállított energiaáramot

$$Q = c(T_1 - T_2)$$

alakban adja meg, ahol c a hővezetési tényező. Még egy példát! Emlékszel a víz áramlására. Ott mi volt az áramlást kiváltó feszültség?

Olvasó A nyomáskülönbség.

Szerző És erre is felírható, hogy

$$I_{víz} = A(p_1 - p_2);$$

vagyis az $I_{víz}$ vízáram a nyomáskülönbség és az A vezetési tényező szorzatával egyenlő.

De hisz ezek a képletek teljesen egyformák! **Olvasó**

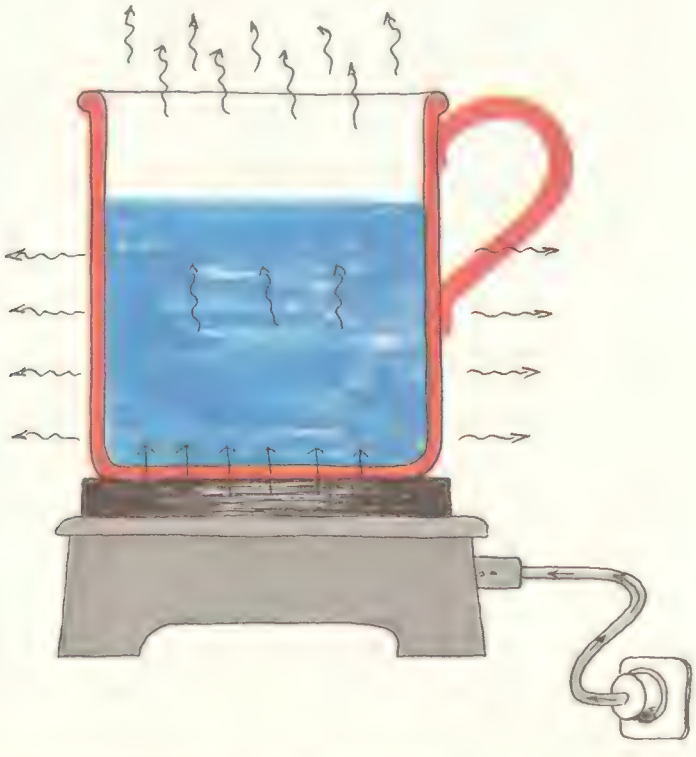
Jól látod! Általános formában, ha a vezetési tényezőket L_i, az intenzív mennyiségeket y_i jelöli, az **Szerző**

$$I_i = L_i(y_{i,1} - y_{i,2})$$

kifejezés valamennyi „áramtörvényt" magában foglalja.

Ezzel matematikailag is megfogalmaztuk azt a már megismert tényt, hogy valamely extenzív mennyiség áramát a hozzá tartozó jellemző intenzív mennyiség különbsége okozza. **Olvasó**

Ez azonban még önmagában kevés! Már a múlt század első évtizedeiben ismertek olyan jelenségeket, amelyek során valamely extenzív mennyiség áramát nem csak a „hozzá tartozó" jellemző intenzív mennyiség különbsége váltja ki. Hőmérséklet-különbség hatására létrejöhet tömegáram vagy elektromos töltés-áram is. (Ez utóbbit használják fel az ún. termoelemekben.) Elektromos feszültség hőhatást is kiválthat. Egyre több olyan jelenségről tudunk, amelyeknek során ilyen „kereszthatások" (ún. kereszteffektusok) érvényesülnek. **Szerző**



Ezekre viszont a fenti, általánosított összefüggés nem érvényes! **Olvasó**

A mondottak alapján már kézenfekvő a megoldás. Az áramra nemcsak a „hozzá tartozó", hanem *valamennyi* intenzív mennyiség különbsége hatással van. Ebből következik, hogy egyensúly csak akkor lehetséges két rendszer között, ha *valamennyi* intenzív mennyiség egyenletes eloszlású! **Szerző**

Ez valóban egyszerű és ebből az intenzív mennyiségek szerepét is értem már! Azt hiszem nyugodtan nevezhetjük különbségüket olyan erőknek, amelyek a folyamatot és annak sebességét irányítják. Ha ezek az erők zérus értékűek, áram nincs. **Olvasó**

Kicsit hasonlít az egész ahhoz, amit a termékek áráról mondtál. Az árkülönbség is valamiféle ilyen „erő", amely létrehozza az országok közötti áruforgalmat.

Szerző Persze, mint minden hasonlat, ez is sántít, nem is kicsit. Lényegében azonban igazad van. Az országok közötti forgalom példájával kapcsolatban mindjárt felhívom a figyelmedet a vezetési tényező szerepére is. Azt mondtuk, hogy a vámtörvények rögzítik valamely ország „szigetelését" (valamilyen árucikkre, pénzre, személyforgalomra, általában extenzív jellegű mennyiségre vonatkozóan). Ezek a vámszabályok mintegy a határ „ellenállását" jelentik: ha egy cikkért vámot kell fizetni, akkor csökken; ha állami ártámogatásban részesül, akkor nő a cikk „árama" (természetesen azonos árkülönbség esetén).

Olvasó Ne bonyolódjunk bele a „külkereskedelmi szemléltetésbe", hiszen elég sok olyan műszaki folyamat van, amelyben a vezetési tényező szerepe közismert! Látom már az áramok közös törvényét: a jellemző intenzív mennyiségek különbségét szorozzuk egy-egy anyagi állandóval, a megfelelő vezetési tényezővel.

Szerző Lényeges, hogy a vezetési tényezők értéke függ a közeg anyagi tulajdonságaitól. Így kiválaszthatók olyan anyagok, amelyek egyes extenzív mennyiségek áramára vonatkoztatva igen rossz vezetők, vagyis a vezetési tényező értékei igen kicsinyek. Ezeket az anyagokat (az illető extenzív mennyiség áramlását tekintve) *szigetelőknek* nevezzük. Szó volt már arról, hogy a szigetelőknek milyen fontos szerepük van a műszaki gyakorlatban. Feladatuk: olyan irányba terelni az eztenzív mennyiségek áramát, amely a rendszer célszerű működésének megfelel.

Egy kályhát pl. úgy kell kialakítani, hogy az égésterméknek a helyiség felé, ill. az energiának a kémény felé áramlása szigetelve legyen. (Ez utóbbi sajnos sohasem lehet tökéletes szigetelés, így a tüzelés folyamán mindig fellép energiaveszteség.) A műszaki kutatás, fejlesztés és tervezés feladata többek között éppen olyan szigetelők kialakítása, ill. „célszerű megválasztása", amelyek a lehetőség szerinti maximális mértékben biztosítják az egyes extenzív mennyiségek áramlásának célszerű irányát.

A vezetési tényezők azonban mégsem „anyagi állandók".

Olvasó Ezt is említetted már. Azt mondtad: a szigetelők csak bizonyos feltételek mellett maradnak szigetelők, más feltételek között vezetővé válhatnak.

Szerző Ehhez csak annyit kell hozzátenni, hogy a vezetési tényező a rendszer állapotának is függvénye. A falak hővezetési tényezője pl. erősen függ az áramlási viszonyoktól.

Olvasó Csupa olyan dolgot mondasz, ami szinte közismert, bár kissé szoktalan a fogalmazás módja. Nem könnyű követni a gondolataidat, de annyit azért érzek, hogy a különböző szaktárgyakban tanultakat közös nevezőre lehet hozni.

Szerző Remélem, hogy ez az érzésed a továbbiakban erősödni fog, sőt meggyőződéseddé válik.

Forrás

Folytassuk ismerkedésünket a mérlegegyenlettel: az áram általános formáját már ismerjük; mit tudunk a forrás erősségéről? **Szerző**

Azt, hogy a megfelelő extenzív mennyiség időegység alatti keletkezésének (ill. fogyásának) értéke. Erre is tudunk olyan általános megfogalmazást adni, mint az áramra? **Olvasó**

Sajnos nem! A forrás jellege minden esetben speciális. Pontosabb leírásával (elemzésével) az egyes szakterületek foglalkoznak. Így pl. az áramlástechnika vizsgálja a mozgási energia átalakulását belső energiává; a kémia feladata a különböző anyagok reakciósebességének (az egyes tömegkomponensek forrásának) vizsgálata; s í. t. Általában a forrás meghatározása igényli a körülmények leggondosabb mérlegelését. **Szerző**

Tehát csak annyit mondhatunk, hogy a forrás a mechanikai, termikus, elektromos vagy kémiai kölcsönhatás eredményeként keletkező (vagy elfogyó) extenzív mennyiség értéke? **Olvasó**

Néha még bonyolultabb kölcsönhatások eredménye a forrás. Példaként a szennyvíztisztítással kapcsolatos forrástagot említem meg. Ez esetben ugyanis a különböző szennyezőanyagok (tömegkomponensek!) mérlegegyenlete biológiai forrást is tartalmaz! A mikroorganizmusok termelnek és fogyasztanak szennykomponenseket. A mikroorganizmusok e tevékenysége „hőtermelő", tehát az energiamérlegre is hatással van. E biológiai (vagy biokémiai) folyamat sebessége, iránya és hőhatása olyan tényezők, amelyek nélkül a szennyvíztisztítás problémáját még megfogalmazni sem lehet. **Szerző**

Lassan már azt is elvárod, hogy a mérnök biológus is legyen. Jó, hogy nem akarsz mindjárt sebészmérnököt is kiképezni? **Olvasó**

Ne gúnyolódj! Igenis szükség van biológusmérnöki vagy éppen sebészmérnöki tevékenységre. Csak éppen nem „egy személyben". Néhány ezer éve már kialakult a munkamegosztás, és mennél mélyebbre hatolunk a természet megismerésében, ez annál differenciáltabb lesz. Egyre több és jobban szakosodott specialistákra és ezzel egyidejűleg egyre szorosabb együttműködésükre van szükség. **Szerző**

Most viszont ellentmondásba kerültél mindazzal, amiről eddig beszéltél! Úgy látszik, mégsem lehet a műszaki tudományok olyan egységes szemléletét kialakítani, amely mellett más szakterületre jutva ne érezze magát az ember laikusnak. **Olvasó**

Kezdettől fogva hangsúlyoztam, hogy nem arról van szó, hogy valaki minden területen specialista legyen. De épp a fokozott specializálódás és az ezzel együttjáró munkamegosztás *követeli* (igen, követeli!) a közös nyelv kialakítását. Enélkül még a saját szakterületen való tájékozódás sem lehetséges. Azt kell felismerni, hogy a különböző szakterületek kapcsolata igen gyakran a forrás meghatározásában jelentkezik; itt kapcsolódik a vegyész az áramlástechnikushoz, a biológus a hidrológushoz, a tüzeléstechnikus a vegyészhez, és így tovább. **Szerző**

Olvasó Szóval azt kívánod, hogy a különböző tudományágak képviselői közös nyelven beszéljenek, tájékozottak legyenek a „rokonszakmákban" is. Ez mindenesetre hozzátartozik az általános műveltséghez.

Szerző

Nemcsak az általános műveltségről van szó, hanem a végzett munka eredményességéről is. A speciális szakproblémák megoldását segíti elő a széles körű tájékozottság. Egy példát a sok közül. Élt a XIX. század közepén (1814—1878) egy Robert Mayer nevű hajóorvos. Egyszer Batáviában a matrózok és a helyi lakosok között súlyos tüdőgyulladás-járvány lépett fel. Ebben az időben e betegség egyik gyógymódja az érvágás volt. Mayer azt tapasztalta, hogy a matrózok vére „normális színű", a helyi lakosoké viszont szokatlanul csillogó fényű volt. Nyilván nem ő volt az első, aki ezt észrevette. Természettudományos műveltsége azonban arra ösztökélte, hogy fizikai magyarázatot találjon erre a jelenségre. A helyes válaszhoz az a meggyőződése juttatta el Mayert, hogy a szerves világban és az élettelen természetben ugyanazon fizikai és kémiai törvények uralkodnak. Két fontos következtetésre jutott: 1. a vér színének különbsége kapcsolatban van az emberi test és a környezet hőmérséklet-különbségével, 2. a vérszín különbsége a szervezet oxigénigényének kifejezője, vagyis kifejezi a szervezetben lezajló oxidációs folyamatok intenzitását. Logikailag jutott el ahhoz a felismeréshez, hogy az életfolyamat eredményeképpen képződő hő és a végzett munka között meghatározott mennyiségi kapcsolat van.

Olvasó És e felismerés eredményeképpen fogalmazta meg a mechanikai munka ún. „hőegyenértékét"...

Szerző ...valamint — elsőként! — az energiamegmaradás törvényét! Sohasem juthatott volna el idáig, ha csak a megszokott sémákban gondolkodik, ha nem tud elszakadni a szűk szakma „rutinjától". Korunk tudománya számtalan példát szolgáltat arra, hogy mennyire nélkülözhetetlen a különböző szakmák kapcsolata. Szinte minden évben hallhatunk arról, hogy különböző szaktudósokból álló munkacsoportokat jutalmaznak Nobel-díjjal. Folytathatnánk a példák egész sorával, de talán ennyi is elég annak szemléltetésére, hogy az ún. szakbarbár, akit a saját szűk specialitásának megszokott sémáin kívül más „nem érdekel", a saját szakmájában is barbár. Node: térjünk vissza a műszaki rendszerek általános jellemzéséhez.

Olvasó Azt hiszem, a mérlegegyenlet minden tagjáról megbeszéltük, amit csak lehetett.

Szerző

Lehetne ugyan még többet is mondanunk; be lehet mutatni, hogy a különböző műszaki szaktudományok ún. alapegyenletei lényegében az általános mérlegegyenlet részesetei, de ehhez — a beszélgetéseinkben feltételezettnél — lényegesen több matematikai ismeretre lenne szükség. Ennyi is elegendő volt azonban ahhoz, hogy képet kapjunk a műszaki rendszerekben végbemenő folyamatok *általános kerettörvényéről*. A rendszer jellemzését viszont még korántsem fejeztük be ezzel.

Feltételek

Mire van még szükségünk? **Olvasó**

Műszaki rendszerekkel foglalkozunk. Tisztáztuk már, hogy a rendszerek vizsgálatának feladata megállapítani a rendszer viselkedését, vagyis a bemenet és a kimenet közötti kapcsolatot, valamint azt az állapotváltozást, amely ennek során a rendszerben végbemegy. **Szerző**

Amennyire az eddigieket megértettem: e folyamatokat a természettörvények szabják meg és ezek általános megfogalmazását (ill. ahogy Te mondtad: kerettörvényét) adják a mérlegegyenletek. **Olvasó**

Mi a szerepe itt a technikának? **Szerző**

Elölről akarod kezdeni? Tisztáztuk már, hogy a technika nem a természettörvényeket változtatja, csak azok érvényesülési körülményeit. **Olvasó**

És ezt hol veszik figyelembe a mérlegegyenletek? **Szerző**

Gondolom a vezetési tényezők, a szigetelések éppen ezt a hatást fejezik ki. **Olvasó**

Menjünk csak szép sorjában! Közömbös-e a rendszer viselkedése szempontjából annak geometriai alakja? **Szerző**

Mondom, hogy újra akarod kezdeni! Már beszélgetéseink elején tisztáztuk, hogy „mindenekelőtt el kell különíteni azt a térrészt, amelyen belüli változásokat akarjuk vizsgálni". **Olvasó**

Más szóval: rögzíteni kell az ún. *értelmezési tartományt*, amely megadja, hogy az egyenletekben szereplő változók (beleértve a geometriai változókat is) milyen határokon belüli értékeket vehetnek fel; milyen értéktartományon belül érvényes a mérlegegyenlet. **Szerző**

Erről is volt már szó! Természetes, hogy szükség van a vizsgált rendszer „peremének" megadására, vagyis annak a geometriai formának a leírására (leggyakrabban rajzára), amely körülhatárolja a rendszert környezetétől. **Olvasó**

A továbbiakat is ismétlésnek fogod venni! A perem megadása azt jelenti, hogy a rendszert a környezettől függetlenül vizsgálhatjuk? **Szerző**

Természetesen figyelembe kell venni a környezeti hatásokat, hisz magad mondtad, hogy tökéletes szigetelés nem létezik. **Olvasó**

Más szóval: meg kell adni a *peremfeltételeket*, vagyis azt, hogy milyen ismert kölcsönhatások vannak a rendszer és környezete között. Ez tulajdonképpen a rendszer bemenete. **Szerző**

Valami hiányzik ebből a megfogalmazásból. Egy gépet érhetnek külső, az embertől független hatások és olyanok, amelyeket a gép kezelője állít be. Melyik ezek közül a bemenet? **Olvasó**

Szerző Mindkettő! A rendszer szempontjából közömbös, hogy „ki" vagy „mi„ hozta létre a hatást.

Olvasó Lehet, hogy a rendszer szempontjából közömbös, de a rendszert használó ember szempontjából már nem!

Szerző Vitathatatlanul igazad van, hiszen éppen ezek az emberi hatások azok, amelyekkel a rendszer viselkedését irányítani tudjuk. Szokás ezeket üzemviteli előírásoknak is nevezni.

Olvasó Így már rendben van: A rendszer viselkedése e természettörvények alapján attól függően alakul ki, hogy milyen a berendezés geometriai kialakítása, milyenek a rendszer szigetelései, ill. hogy a rendszer felületén (peremén) hogyan avatkozunk be a folyamatba, az egyes változóknak milyen peremértéket biztosítunk.

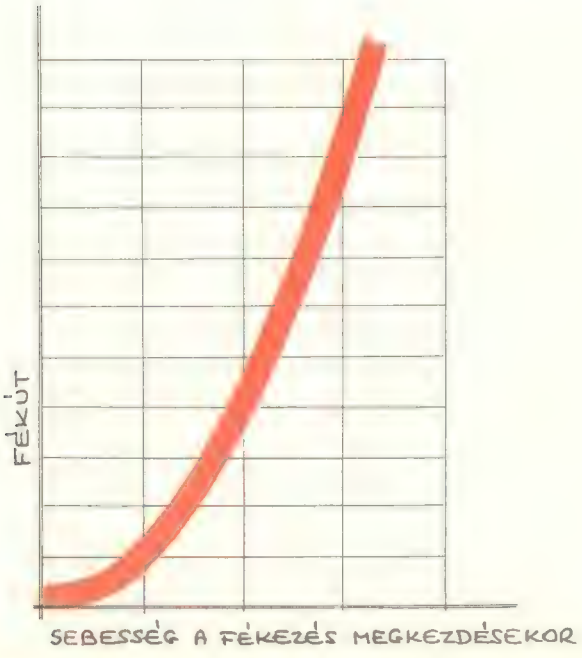
Szerző Még azt se feledjük, hogy a rendszernek mindig van állapota!

Olvasó Mintha eddig nem beszéltünk volna erről éppen eleget... Természetes, hogy a rendszer viselkedésébe beleértjük állapotának változását is.

Szerző Nem kell feltétlenül állapotváltozásról beszélnünk. Pontosabban: meg kell különböztetnünk egymástól az instacioner és a stacioner folyamatokat, vagyis azokat, amelyek során a rendszer állapota is változik, ill. amelyek során az állapot változatlan marad.

Instacioner folyamat esetében azonban azt is meg kell mondanunk, hogy a vizsgálat kezdetekor milyen állapotban — más szóval milyen *kezdeti feltételek* között — van a rendszer. Az állapotváltozás útja és sebessége attól is függ, hogy honnan „indítjuk" a folyamatot.

Egy gépkocsi gyorsulása pl. azonos gázadás mellett különböző lehet, attól függően, hogy milyen fordulaton volt a motor. A féktávolság is függ attól, hogy a fékezés



megkezdésekor mekkora volt a jármű sebessége. Ezernyi példát hozhatunk annak szemléltetésére, hogy — instacioner folyamatok leírásához — a kezdeti feltételeket is meg kell adni.

Ha jól értem, a mérlegegyenletek önmagukban még nem elegendőek, szükség van az értelmezési tartomány, a peremfeltételek és a kezdeti feltételek megadására is? **Olvasó**

És még valami! Vegyünk egy egyszerű példát: csővezetéken belüli áramlást. Tegyük fel, hogy már ismerjük a jellemző extenzív mennyiségeket, felírtuk a megfelelő mérlegegyenleteket. Ismerjük a csővezeték geometriai méreteit, a kezdeti és peremfeltételeket. Nem gondolod, hogy még hiányzik „valami"? **Szerző**

Tulajdonképpen ezekkel már mindent megmondtunk. Ezekből már meghatározhatjuk a csővezetéken belüli áramlási viszonyokat... **Olvasó**

...amelyek függetlenek lesznek attól, hogy levegő vagy víz, vagy esetleg higany áramlik a csőben?! **Szerző**

Ezt nem mondtam! Az anyagi tulajdonságok lényegesen befolyásolják a viszonyokat. Ezt azonban úgyis figyelembe vesszük. **Olvasó**

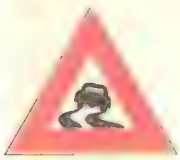
Hol? **Szerző**

Hát... tulajdonképpen... a vezetési tényezők pl. anyagjellemzők is. **Olvasó**

Az anyagnak egyéb jellemzői is vannak és e jellemzők között kapcsolatok léteznek. Csak a legegyszerűbbet: az ideális gáz nyomása, hőmérséklete és térfogata között szoros összefüggés van. Valódi gázok esetén ez a kapcsolat a gáz anyagi tulajdonságaitól függ. Az ilyen típusú, ún. *állapotegyenletek* jellemzik a rendszer munkaközegének fizikai tulajdonságait. (A vízben mozgó testek mozgástörvényei azonosak, de maga a mozgás már a test tulajdonságaitól függ!) **Szerző**

Az állapotegyenletek, az értelmezési tartomány, a perem- és kezdeti feltételek együttesen a mérlegegyenletek *egyértelműségi feltételei*. *Matematikailag:* a mérlegegyenlet-rendszer egyértelmű megoldásának, *műszakilag* egy adott berendezés egyértelmű leírásának feltételei.

Olvasó Ebből azt a lényeges következtetést vonhatjuk le, hogy valamely műszaki rendszer matematikai leírására egyszerű, szinte sematikus eszközeink vannak.



Szerző Alapos hibát követnénk el, ha sematizálnánk a matematikai modell megalkotását. A vázolt szemléletmód gyakorlati alkalmazása során egy sor nehézséggel találkozhatunk: Szó volt már arról, hogy a rendszer elemei rendszerek is lehetnek, és a részrendszerek a legkülönbözőbb kapcsolatban lehetnek egymással. Gyakran még azt sem tudjuk megmondani, hogy mely részrendszerek között van kapcsolat.

Olvasó Nem erre gondoltam az előbb! A mérlegegyenletek és az egyértelműségi feltételek olyan keretet jelentenek, amelyet az adott konkrét esetekben csak „ki kell tölteni".

Szerző Ez sem ilyen egyszerű! A forrás és a vezetési tényezők bonyolultságáról már szó volt. Ami a peremfeltételeket illeti, nem kevésbé bonyolultak lehetnek. A valóságban a peremen olyan véletlenszerű hatások is érhetik a rendszert, amelyeket nem ismerünk, ill. amelyeknek idő szerinti változását elvileg lehetetlen meghatározni (pl. meteorológiai hatások). A peremfeltételeknek ezt a részét zavaróhatásoknak nevezzük. Végül: a műszaki rendszerek — miként arról már többször szó volt — más rendszerekkel, az emberekkel, a társadalommal szoros kapcsolatban vannak. Nemcsak a vázolt — mondhatnánk: természettudományos — kapcsolatok jellemzik a technika rendszereit. Mindezek miatt valamely technikai rendszer matematikai leírása igen nagy körültekintést kívánó, igen bonyolult feladat.

Olvasó Mikor már minden egyszerűnek és világosnak tűnik, akkor kevered bele a bonyolultat. Mi szükség volt mindarra, amit eddig megbeszéltünk, ha ennyi nehézség áll a matematikai leírás útjában?

Szerző A felsorolt nehézségek természetesen nem az ismertetett szemléletmód következményei. Ellenkezőleg: éppen ezek a nehézségek igazolják annak szükségességét, hogy a rendszerszemlélet alapján és a mérlegegyenletek kerettörvényét figyelembe véve fogalmazzuk meg feladatainkat.

12. Egy igaz történet

Kis kikapcsolódásként a fárasztó beszélgetések után „elmesélek" egy igaz történetet.

A múlt század első felében szinte korlátlan úr volt az iparban a gőzgép. Watt találmánya — amely elindította az ipari forradalmat — rohamosan fejlődött; Stephenson, Fulton és Bell által bevonult a közlekedésbe is. Tökéletesítették a gőzgépek vezérlését, megjelentek a többhengeres gőzgépek is, de... Ismét egy „de"! Méretei, nehézkessége lehetetlenné tette, hogy kisebb üzemekben (pl. nyomdák-

ban, javítóműhelyekben) alkalmazzák. Egyre égetőbb hiányként jelentkezett egy olyan erőforrás, amely kis helyen elfér, könnyen kezelhető és szállítható.

1838-ban váratlan szerencsétlenség ért egy Belgiumban élő francia ifjút: a 16 éves Étienne Lenoir elvesztette szüleit. Sok embert talán megtört volna a nyomor, de ő más fából volt faragva. Alkalmi munkákat vállalt: volt pincér, gyári munkás és közben állandóan tanult. Éjszakáit — hiszen csak ezek voltak „szabadok" — műszaki könyvek olvasásával és villamossági kísérletekkel töltötte. Hamarosan felismerte, hogy milyen hiányosságai vannak a korabeli gőzgépeknek, s elhatározta: új erőforrást hoz létre. Figyelmesen tanulmányozta a gőz- és gázgépekkel kapcsolatos szabadalmakat és arra a következtetésre jutott, hogy csak a gázmotorral lehet eredményt elérni. Villamos kísérletei során szerzett tapasztalatai alapján döntött úgy, hogy a hengerekbe szorított gázkeverék meggyújtására villamos szikrát fog alkalmazni.

Hosszú és fáradságos kísérletező munkához kezdett. Kitartását siker koronázta: 1860-ban szabadalmat kapott gépére, amely világítógáz és levegő keverékével dolgozott. A hengerbe beszívott keveréket villamos szikra gyújtotta meg; a robbanás során felszabaduló energia munkát végezve tovább hajtotta a dugattyút. A löket végén kinyílt a kifúvószelep és a dugattyú kiszorította az égésterméket.

Hatalmas reklámmal dobta piacra a gépet, amelynek óriási sikere volt.

A használat közben azonban egyre jobban előtűntek a gép fogyatékosságai is. Szinte falta a tüzelőanyagot: lóerőóránként 3 m^3 világítógázra volt szüksége. (Képzeljük el: ilyen tüzelőanyag-hasznosítás mellett egy normál személygépkocsi Budapesttől a Balatonig több száz liter benzint fogyasztana!) A gépnek annyi olajra volt szüksége, hogy a korabeli lapok „forgó szalonnadaraboknak" csúfolták.

1867-ben, a párizsi világkiállításon „becsapott a bomba"! A kiállításon jó néhány, különböző rendszerű gázgépet mutattak be, így fel sem tűnt egy csúnya, zajos kis gépezet, Nikolaus Otto német mechanikus találmánya. A szakemberek csak akkor kiáltottak fel meglepetésükben, amikor mérésekkel ellenőrizték a gépek működését. Nem akartak hinni a szemüknek, többször is megismételték a méréseket de — a mérési hibáktól eltekintve — mindig ugyanarra az eredményre jutottak: Otto gépe öt-hatszor gazdaságosabban hasznosítja a tüzelőanyagot, mint az akkor ismert legjobb gépek! Érthető, hogy a világkiállítás aranyérmét egyhangúlag az „Otto-motornak" ítélték. A siker titka „csak" annyi volt, hogy a motor a gyújtás előtt összenyomta a gázkeveréket és a nagynyomású gázkeverék jobb hatásfokkal égett el.

Ottot a siker további kutatásokra ösztönözte. Nagyon jól tudta, hogy gépe még messze van a tökéletességtől. Ez még nem az „igazi Otto-motor". Tízévi munkával jutott el a négyütemű motor gondolatához, amellyel aztán az 1878. évi kiállításon „végleges" győzelmet aratott. (Véglegest? Létezhet a technikában „végleges győzelem"?)

1891-ben halt meg Otto és rá egy évvel kapott szabadalmat új motorjára egy kiváló francia mérnök: Rudolf Diesel. Motorjához nem kellett gyújtóberendezés. A nagy nyomással összesűrített levegő nagy hőmérsékletétől a beadagolt tüzelőanyag magától meggyulladt. A motor működése közel 50%-kal gazdaságosabb volt, mint az Otto-motoroké.

Világhírnév, gazdagság és... mocskos intrikák következtek. A már akkor nagyhatalmat jelentő motorgyártó tőkések rágalmai, piszkolódásai és pereskedései megtörték a nagy tehetségű feltalálót: 1913-ban, ereje teljében öngyilkos lett.

Szomorú sors, de nem egyedülálló a tudomány és a technika történetében. Mindig voltak olyan erők, amelyeknek érdekükben állott fékezni a fejlődést, akadályozni az új gondolatok és találmányok terjedését. A tőkések számára a profit mindig is fontosabb volt, mint a fejlődés. A fejlődést azonban csak ideig-óráig lehet gátolni.

13. Miért jobb? (Kérdés—felelet)

Hatásfok, teljesítmény, gazdaságosság

Az előbbi kis történetet gondoljuk végig még egyszer, de most nem a feltalálók, hanem a motorok „sorsára" figyeljünk. Miért jobb az Otto-motor a Lenoir-motornál? Miben jobb Diesel találmánya mindkettőnél?

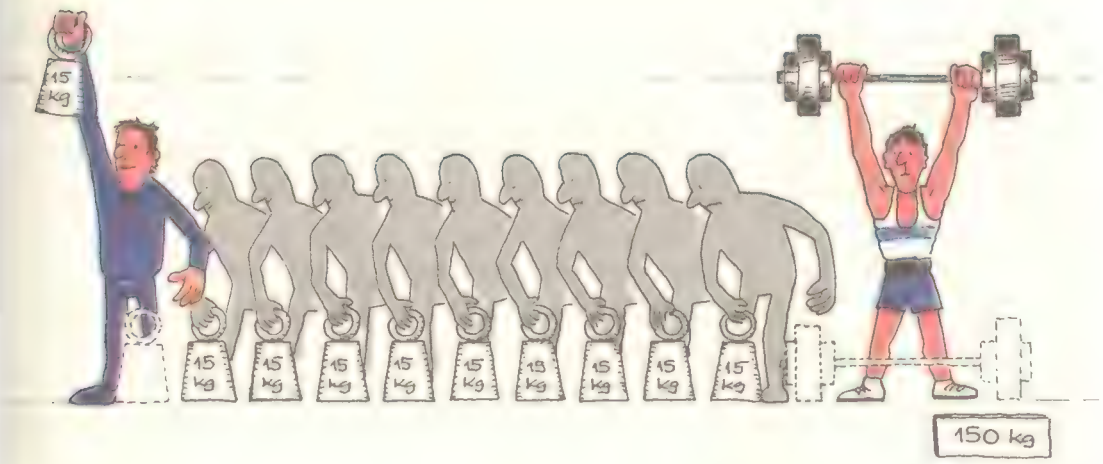
(A „Stop"-táblánál álljunk meg egy percre! Fontos, hogy az Olvasó saját szavaival válaszoljon, mielőtt áttér a következő sorokra.)

A tüzelőanyag a motor *bemenete*, a végzett munka a motor *kimenete*. A motor tehát olyan „transzfer folyamatot" valósít meg, amely a tüzelőanyagot alakítja át munkává. (Természetesen: ez is energetikai folyamat. A tüzelőanyagban kémiailag kötött energia az égés vagy robbanás során felszabadul és ebből az energiából végez munkát a motor.) A robbanómotor működését ismerjük. Milyen energiamérleget írhatunk fel működésére?

Az égéstérben a benzin reakcióba lép a levegővel, a kémiai kötési energia felszabadul. Tökéletes az égés? A motor munkát végez, hajtja a járművet. Mitől melegszik fel a motor?

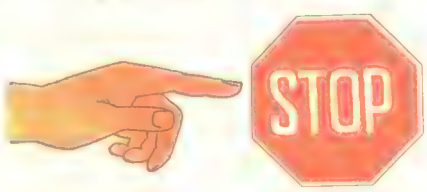
A felszabadult energiának csak egy része hasznosítható munkavégzésként, más része a környezetnek leadott energiaveszteség.

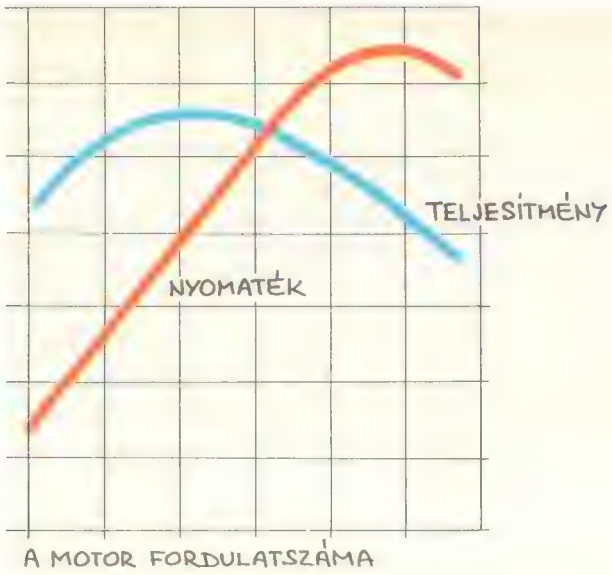
Minden folyamat: energiatranszfer. A bemeneti energiának csak egy részét lehet a rendszer rendeltetésének megfelelő, célszerű kimeneti energiává átalakítani (hasznosítani). Másik része elkerülhetetlenül veszteség (a rendeltetésnek nem megfelelő, célszerűtlen energiaáram). A technika fejlődésével egyre kisebb lesz a folyamatok vesztesége, de azt teljesen megszüntetni *elvileg* sem lehet! A hasznosított kimeneti energia és az összes bemeneti energia $E_h/E_ö$ hányadosa a rendszer *hatásfoka*. Az elkerülhetetlen veszteségek miatt ez mindig kisebb 1-nél (ill. százalékban kifejezve: kisebb, mint 100%).



Lenoir gépének hatásfoka 3...5%, Otto első motorjáé 15...16% volt, míg Diesel már első motorjával is 26% hatásfokot ért el.

A hatásfok lenne a legfontosabb szempont, ami szerint ítélünk egy gépezetről? Az a legfontosabb, hogy mennyi energiát hasznosítunk a bevitt energiából? Vagy szerepet játszik az is, hogy mennyi idő alatt mennyi energiát hasznosítunk?





Az időegység alatt hasznosított energia (a hasznos energia árama): a *teljesítmény*. Az ábrán a motor fordulatszámának függvényében a hatásfok és a teljesítmény változásának jellegét látjuk. Ritkán fordul elő, hogy egy gép állandóan a legjobb hatásfoknak megfelelő fordulaton működjön. Néha még a hatásfok rovására is növelnünk kell a gép teljesítményét, de ez mindig pénzbe kerül! (Nem csak a KRESZ előírásai miatt érdemes az országúti 100 km/h sebességkorlátozást betartani. A sebesség növelésével rohamosan csökken az utazás biztonsága és rohamosan nő az üzemanyag-felhasználás!) A motorok hatásfokának környezetvédelmi szempontból is nagy a jelentősége: a kipufogó gázokban levő elégetlen anyagok nagymértékben szennyezik a légkört. A technikai fejlesztés egyik fontos célkitűzése, hogy minél kisebb méretű, minél nagyobb teljesítményű és — széles határok között is — minél jobb hatásfokú gépeket alkosson.

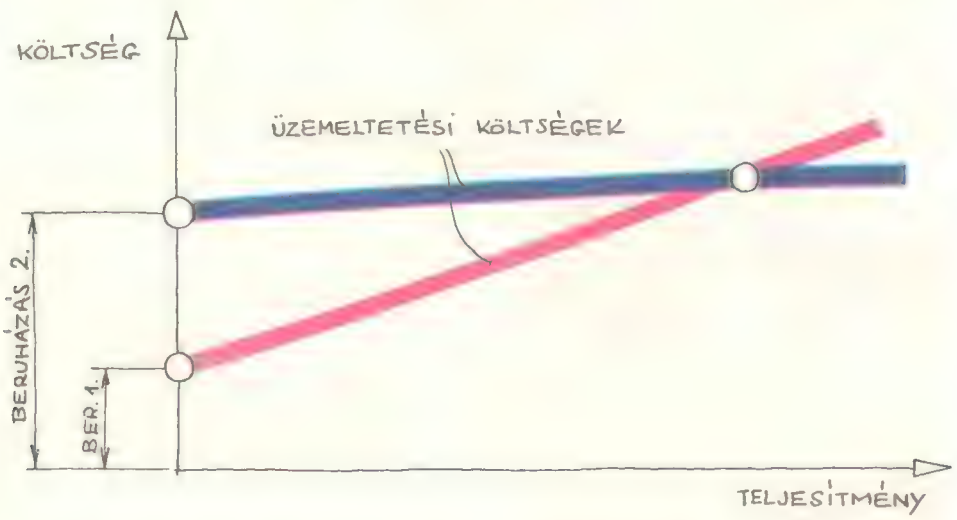
A motor veszteségeit nemcsak hőveszteségek teszik ki, hanem a tökéletlen égés miatt visszamaradt elégetlen gázok is. (A mérlegben a veszteségeket az extenzív mennyiségek kimeneti árama fejezi ki.)

Minden rendszer „transzfer", amely a bemenetet kimenetté alakítja át. A kimeneti és a bemeneti jellemző hányadosát *transzfer paraméternek* nevezzük. Ilyen transzfer paraméter a hatásfok is: a kimeneti jellemző (a hasznosított energia) és a bemeneti jellemző (az összes bevitt energia) hányadosa. Általában a rendszer rendeltetésétől és a vizsgálati szemponttól függően más-más mennyiségeket tekintünk „lényegesnek", jellemzőnek; s így különböző transzfer paramétereket határozhatunk meg. A gépkocsikra vonatkozóan ilyen transzfer paraméter pl. a „km/liter", az 1 liter benzinfogyasztással (bemenet) megtett út (kimenet). Gyakran ennek reciprokát használják: liter/100 km mértékegységben. Sokak számára fontosabb a „Ft/km": mennyibe kerül egy km megtett út.

Milyen tényezőktől függ ez utóbbi értéke?

Ezek közül van olyan, ami arányos a megtett úttal, más költségek viszont attól függetlenek. (Benzinfogyasztás, alkatrészek elhasználódása, olajfogyasztás egyrészt; az értékcsökkenés, adó, kötelező biztosítás másrészt.) Minden gép üzemeltetési költsége két részből tevődik össze: egyik — a változó — rész a teljesítménnyel arányos, a másik — az állandó — rész a teljesítménytől független.

Az állandó költségek lényegében a gép megvásárlásával és üzembehelyezésével kapcsolatosak, s akkor is terhelik az üzemet (a vásárlót), ha a gép üzemen kívül áll. A drágább gépek változó költségei: az energia, a nyersanyag, az időszakos javítás költségei (fajlagosan, vagyis az egységnyi teljesítményre vonatkoztatva) kisebbek, mint az olcsóbb típusokéi. Az ábra összehasonlításként szemlélteti két gép állandó és változó költségeinek alakulását a teljesítmény függvényében. Jól látható, hogy kis teljesítményeknél az olcsóbb, nagy teljesítmények esetén a drágább gép a gazdaságosabb.



Könnyű belátni, hogy egy gép gazdaságossága nemcsak a tervezők és gyártók, hanem a felhasználók okosságától is függ! (Egy olyan berendezést, amely drága, de igen nagy a hatásfoka, csak olyan helyen érdemes üzembe helyezni, ahol kihasználtsága biztosítja az alacsonyabb összköltséget!)

Mérés

Térjünk vissza még egyszer a történetünkhöz!

„1867-ben, a párizsi világkiállításon... *mérésekkel* ellenőrizték a gépek működését..." Ekkor derült ki, hogy a külsőleg (szemre) igénytelen motor aranyéremre jogosult.

A mérés nélkül nem lehetett volna eldönteni, hogy melyik motor a legjobb a kiállítottak közül. Mérés nélkül nemcsak a technikában és a tudományokban, de mindennapi életünkben sem tudnánk meglenni. Mire jutnánk mérések nélkül? Hogyan tudnánk véleményt mondani pl.

— a fürdőkádban levő víz,

— a hangszóró,

— egy felirat nélküli üvegben levő folyadék,
— vagy egy szobaventillátor állapotáról?

Műszerek nélkül csak az emberi érzékszervekre vagyunk utalva, s ez gyakran elegendő is. A fürdővízről tapintással könnyen megállapíthatjuk, hogy kellemesen meleg vagy hideg, esetleg forró. A hangszórót halljuk: szól vagy nem szól, milyen a „mély- és magashang-kiemelése", torzít-e stb. Az üvegben levő folyadékot szaglással is — gyakran — azonosítani lehet. A szobaventillátorra ránézve megmondjuk: forog vagy sem. De vajon elegendőek-e az érzékszervek, akkor, amikor

— egy csirkekeltető gépet kell üzembe helyezni?
— egy ablak hangszigetelő képességét kell megállapítani?
— az üvegben levő folyadék összetételét kell meghatározni?
— a ventillátor hatásfokára vagyunk kíváncsiak?

Az ember érzékeléssel* is szerezhet információkat egy rendszerről, ill. annak működéséről, állapotáról. Ennek az érzékelésnek azonban határai (korlátjai) vannak:

— a tapintás csak viszonylag „durva" érzékelésre képes és az észlelés erősen függ az érzékelő ember állapotától;

— a hallás már finomabb, jól meg tud különböztetni kicsiny hangerősség- és hangmagasság-eltéréseket, bár ez a tulajdonság igencsak függ attól, hogy az „érzékelőnek" abszolút zenei hallása vagy esetleg botfüle van-e;

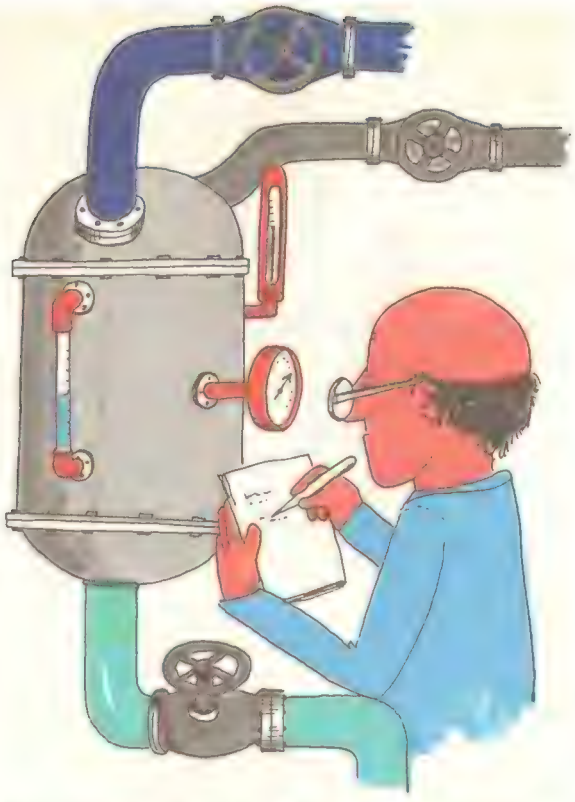
— a szaglás egészen különös tulajdonsága az embernek; szinte nyomokban jelenlevő anyagokat is észrevesz (bár nem éri el a rendőrkutya szaglóképességét), nehezen tud azonban összetett szagokat azonosítani;

— a látás igen jó felbontóképességű: a milliméter törtrészét kitevő távolságokra levő pontokat is meg tud különböztetni.

Ki kell terjeszteni az emberi érzékelést, meg kell növelni az érzékelhető tartományt, pontosabbá (számszerűvé) kell tenni az érzékelés eredményét, ha a rendszerekről, azok működéséről és állapotáról *értékelhető* értesüléseket akarunk szerezni. Ebből a célból az ember önmaga és a vizsgált rendszer közé helyezi a mérőrendszert. A *mérőrendszer* a vizsgált rendszer valamely jellemzőjét alakítja át az ember számára közvetlenül érzékelhető *jellé;* tehát a mérőrendszer is transzfer.

A csirkekeltető gép beállításához hőmérsékletmérésre van szükség. A mérőrendszer bemenete a gépben levő hőmérséklet, kimenete a hőmérő higanyszálának

* Akit ez a téma részletesebben érdekel, annak figyelmébe ajánlom *Leo Schneider:* Hogyan érzékelünk? c. könyvét (Móra Kiadó, Budapest, 1976).



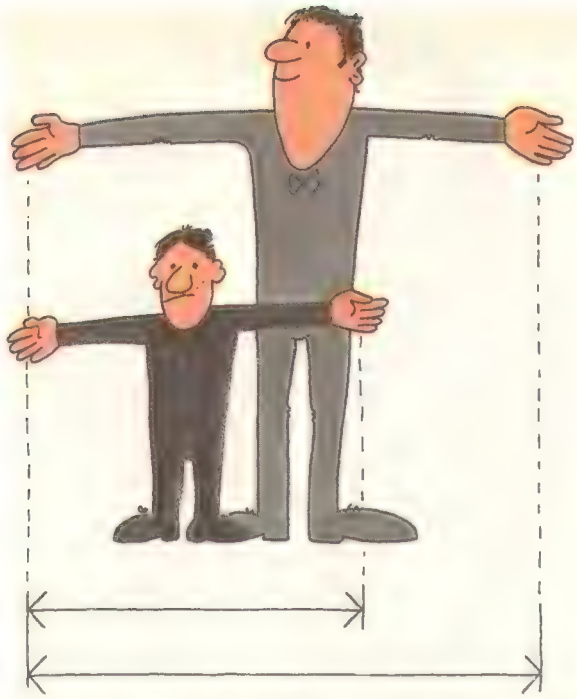
hosszúsága vagy az elektromos hőmérő mutatójának szögelfordulása. A transzfer paraméter ennek megfelelően cm/°C vagy szög/°C.

Egyenletes sebességgel haladó gépkocsi sebességmérőjének mutatója a „60" számnál áll. Túl egyszerűnek tűnik a kérdés: mit jelent ez a szám?

Egy angol gépkocsiban is ugyanazt a sebességet jelenti ez a számjegy?

Angliában a sebességet mérföld/h-ban, nálunk km/h-ban mérik (60 mérföld kb. 96,5 km-nek felel meg). A számérték csak azt mondja meg, hogy a mért mennyiség hányszorosa az egységként megválasztott mennyiségnek, az ún. *mértékegységnek*.

A hosszúság mérése pl. azt jelenti, hogy valamilyen egységhosszal összehasonlítjuk a mérendő hosszúságot és megállapítjuk, hogy az hányszorosa az egységnek. Kezdetben az ember saját eszközeit használta hosszúságmérésre: az ujj, az arasz, a láb szolgáltak mértékegységként. Ahány ember, annyi eredmény! A kereskedelem és a technika fejlődése szükségessé tette, hogy a mérőszámok függetlenek legyenek az egyes emberektől. Városok, országok törvényekben rögzítették az egyes mérték-



egységeket. (Sok középkori városház falán látható még ma is a „törvényes hosszúságegység".)

Az országok közötti kapcsolat erősödésével megnőtt az igény a nemzetközileg elfogadott mértékegységek iránt. A tudomány közben felismerte, hogy nem szükséges minden tulajdonsághoz (minden fizikai mennyiséghez) egymástól független mértékegységet rendelni. A fizikai mennyiségek közötti összefüggések alapján egyes mennyiségeket *alapmennyiségnek* választva, ezek mértékegységéből a többi fizikai mennyiség mértékegysége (az ún. *származtatott* mértékegységek) már meghatározható. Az alap- és származtatott mértékegységek összességét *mértékegységrendszernek* nevezzük.

Különböző mértékegységrendszerek alakultak ki, attól függően, hogy mit választottak alapmennyiségnek. A XVIII. század végén alkották meg a metrikus mértékegység-rendszert. Ez volt az első olyan mértékegységrendszer, amelyben a hosszúság, a terület, a térfogat és a tömeg mértékegységeit a méterből és a kilogrammból vezették le. A XIX. század végén dolgozták ki a fizikai (vagy CGS) mértékegységrendszert, amelynek alapmennyiségei a hosszúság, a tömeg és az idő; s ennek megfelelő alapegységei a cm, a gramm és a secundum. Ezt követően vezették be a technikai mértékegységrendszert, amelyben nem a tömeg, hanem a súly szerepel és ennek megfelelően az alapegység a kilopond (kp). Később a mértékegységrendszereket tovább bővítették a hőmérséklet és az energia mértékegységeivel (Kelvin-fok és kaloria vagy Joule).

Hosszú lenne felsorolni és még nehezebb megjegyezni a különböző mértékegységrendszereket. A természettudományok és a technika közeledése egymáshoz szükségessé tette a sokféle egységrendszer közelítését, az egységrendszerek egységesítését.

A világ legfőbb mérésügyi szervezete, az Általános Súly- és Mértékügyi Értekezlet XI. ülésén, 1960-ban jóváhagyta az új, hivatalos nevén „Nemzetközi Mértékegységrendszer"-t, amelynek rövidítése (a francia **S**ystem **I**nternational alapján) SI. Az SI ma már hazánkban is kötelező!

Az SI alapegységei:

— a hosszúság egysége: 1 méter (m),

— a tömeg egysége: 1 kilogramm (kg),

— az idő egysége (másodperc): 1 secundum (s),

— az elektromos áramerősség egysége: 1 amper (A),
— a hőmérséklet egysége: 1 kelvin (K),
— a fényerősség egysége: 1 candela (cd).

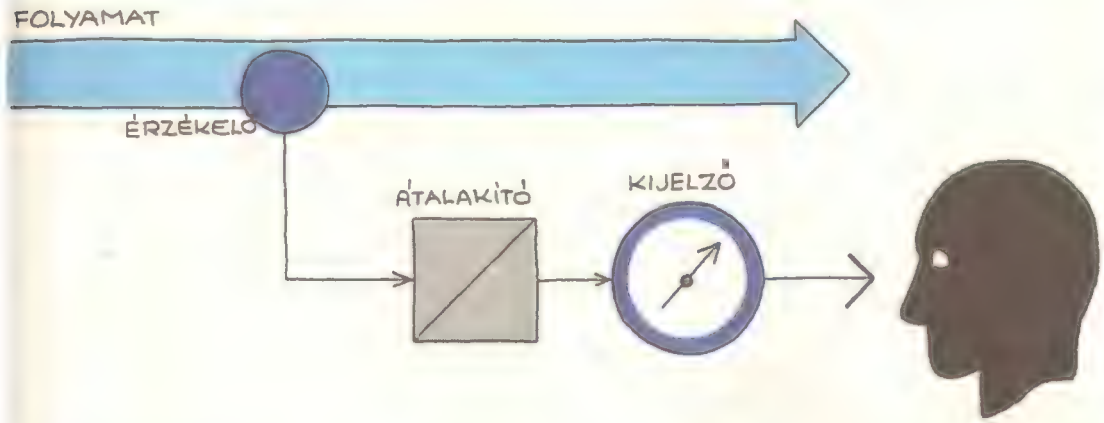
A származtatott egységek egy részének önálló elnevezése is van*. Pl.:

— az erő egysége: 1 kg m/s^2 = 1 newton = 1 N,
— az energia egysége: 1 N · m = 1 joule = 1 J,
— a teljesítmény egysége: 1 J/s = 1 watt = 1 W,
— az elektromos töltés egysége: 1 A · s = 1 coulomb = 1 C,
— a feszültség egysége: 1 J/C = 1 volt = 1 V.

A mérés feladata: valamely mennyiség (adott mértékegységhez tartozó) mérőszámának meghatározása. A mérés során valamely ismert jellemzőjű rendszert (mérőrendszert) kapcsolunk a vizsgálandó rendszerhez

— közvetlen összehasonlítással vagy
— a két rendszer kölcsönhatásával.

Az előbbi esetben a mérendő és a mérő extenzív mennyiségeket hasonlítjuk össze, megállapítva, hogy a mérendő mennyiség hányszor tartalmazza az egységet. Utóbbi esetben a két rendszer között kiegyenlítődési folyamat indul meg; egyensúly esetén a mérendő és a mérőrendszer megfelelő intenzív mennyiségei megegyeznek.



Emlékezzünk vissza a kölcsönhatásokra! A mérés is kölcsönhatás: a vizsgált rendszer és a mérőrendszer közötti kölcsönhatás. A mérőrendszer legfőbb elemei az érzékelő, az átalakító és a kijelző. Az érzékelő közvetlen kapcsolatba kerül a vizsgált rendszerrel, s a mért jellemzőtől függő jelet továbbít az átalakító bemenetére. Az átalakító ezt a jelet a kijelzőn keresztül az ember számára közvetlenül érzékelhető jellé alakítja.

A mérőrendszer és a vizsgált rendszer közötti kapcsolat egységes rendszert, a *mérés* rendszerét hozza létre. De! A mérés rendszerének — mint minden rendszernek — megbízható, rendeltetésszerű működése nemcsak az alkotóelemek megbízhatóságától függ, hanem a helyesen megválasztott kapcsolatoktól is.

Mindenekelőtt helyesen kell megválasztani a mérőrendszert. Más-más hőmérőt használunk lázmérésre, a szobahőmérséklet mérésére vagy a hűtőszekrényben. A kerékpár sebességmérőjét hiába helyeznénk egy gépkocsiba és megfordítva.

* Részletesebben: Mértékegység kislexikon, Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1971.

A lakás elektromos fogyasztásmérőjét is ki kell cserélni, ha egy bizonyos határt túllép a lakás „villamosítása". Senki sem kísérli meg, hogy háztartási mérleggel mérjen a gyógyszertárakban (milligrammokat) vagy a szénszállításnál (mázsákat). Miért?

A mérőrendszernek is van rendeltetésszerű és rendellenes állapottartománya. A mérőrendszer rendeltetésszerű állapottartományát *mérési tartomány*nak nevezzük. Az alsó mérési határ alatt még, a felső mérési határ felett már nem alkalmas a rendszer mérésre. De vigyázzunk: itt is van átmeneti tartomány (a mérési határérték közvetlen környezete), amelyben ugyan a rendszer még nem működésképtelen, de működése már bizonytalan. Az átmeneti tartományban mért értékek megbízhatatlanok.

A mérőrendszer bemenete a vizsgált rendszer valamely jellemzőjének valódi értéke; kimenete a mért érték (az az érték, amelyet erről a jellemzőről a mérést végző ember közvetlenül érzékel). A mérési tartomány a mérőrendszer értelmezési tartománya. (A mérlegegyenletekkel kapcsolatos feltételekre gondoljunk: az értelmezési tartomány szabja meg, hogy milyen határokon belüli értékeket vehetnek fel a rendszer változói.) A mérési tartományon kívüli értékeknél nincs értelme a mérésnek.

Még egy mondat a történetünkből: „többször is megismételték a mérést, de — a mérési hibáktól eltekintve — mindig ugyanarra az eredményre jutottak". A *mérési hiba:* a valódi érték és a mért érték eltérése. Mi okozhat hibát pl. a levegő hőmérsékletének mérésénél?

Nemcsak a mérési tartományon kívüli mérések okozhatnak hibát. Durva hiba az is, ha hibás mérési módszert alkalmazunk. Pl. higanyos hőmérővel a napon (nem árnyékban) akarnánk mérni a levegő hőmérsékletét. Ilyenkor a hőmérő egészen hamis értéket mutat. Ennek az az oka, hogy a sugárzásos energiaáram hatására a mérőrendszer (a hőmérő) energiája mindaddig nő, amíg a környezeti levegőnek (hőátadással) leadott és a napsugárzás által kapott energiaáram egyensúlyba nem kerül. A hőmérő által mutatott érték ekkor a hőmérő (számunkra érdektelen) energiatartalmára felvilágosítást ad, de ennek semmi köze sincs a levegő hőmérsékletéhez. Hasonló durva — a mérési módszer helytelen megválasztásából eredő — hiba, ha fényképezőgép fénymérőjébe közvetlen napfény jut.

A durva hibákat még kiküszöbölhetjük, de a mérési hiba ezzel még nem szűnik meg. Emlékezzünk csak néhány korábbi megállapításra: Minden rendszernek — így a mérés rendszerének is — van környezete, ahonnan állandó zavarás éri. Ennek következtében minden (még az ún. stacioner, időben állandó) folyamat jellemzői is

folytonosan változnak. Vonatkozik ez mind a vizsgált, mind a mérőrendszerre. Márpedig a mért érték csak akkor egyezhetne meg a valódi értékkel, ha a mérőrendszer és a vizsgált rendszer egyensúlyba kerülne. (Emlékeztetőül: Az egyensúly szükséges és elégséges feltétele az intenzív mennyiségek egyenletes eloszlása; más szóval: azonos értékük a két, egymással kapcsolatban levő rendszerben.) Még ha sikerülne is valamilyen csodálatos módon a mérőrendszert megvédeni a környezeti zavarásoktól, akkor sem tudná a vizsgált rendszer ingadozásait követni. Ha nagyon érzékeny érzékelőt használunk, akkor a vizsgálat szempontjából lényegtelen ingadozásokat is követni fogja, ha viszont kevésbé érzékeny, akkor a lényeges időbeli változásokra is csak késve reagál.

Az előbbieket összefoglalva:

A mért érték mindig eltér a valódi értéktől. Az eltérés nagyságát (a mérési hibát) pontosan sohasem ismerjük. A mérés rendszerétől (vigyázat, nemcsak a mérőrendszertől, hanem a vizsgált rendszertől és a vizsgálatot végző személytől is!) függ a mérés megbízhatósága. Hiba nélkül nincs mérés, ami — természetesen — senkit sem jogosít fel arra, hogy „könnyelműen" mérjen, felületességével durva hibát kövessen el. Ellenkezőleg! Minden tudásunkra, figyelmünkre és türelmünkre szükség van, hogy — ha a feladat megkívánja — ismételt mérésekkel is csökkentsük a mért érték eltérését a valódi értéktől. Minél nagyobb jelentősége van a valódi érték ismeretének, annál megbízhatóbb (és drágább!) mérési rendszereket, annál többszöri mérést kell megvalósítani. A precíziós szerszámgyárakban kiválóan felkészült szakemberek, légkondicionált műhelyek, különleges rezgésmentes alapozások, nagypontosságú mérőműszerek biztosítják a mérési hiba csökkentését. Értelmetlen lenne azonban ilyen bonyolult és költséges technológiát alkalmazni pl. egy

kenyérgyárban vagy egy gépkocsiszerelő műhelyekben. Azt azonban tudnunk kell, hogy még a legjobban felszerelt laboratóriumok sem teszik lehetővé az „abszolút pontosságú" mérést!

14. A műszaki rendszerszemlélet

Szerző A „történet" és a „kérdés—felelet" sorozat célja az volt, hogy Olvasóink aktív közreműködését felhasználva, kiegészítsük az eddig tárgyaltakat néhány, a műszaki rendszerek jellemzése szempontjából lényeges fogalommal.

Olvasó A hatásfok és a teljesítmény valóban ilyen fogalmak. De a mérést jobb lett volna vagy részletesebben tárgyalni vagy teljesen elhagyni. A különböző mérőeszközökről pl. szó sem volt.

Szerző Nem a mérési *eszközöket* tárgyaltuk, mint ahogy nem technikai eszközökkel foglalkoztunk a korábbi beszélgetésekben. A műszaki rendszerek általános szemléletmódjával ismerkedünk és ehhez hozzátartozik, hogy milyen módon szerzünk értesüléseket a rendszer állapotáról, működéséről, milyen módon ítéljük meg egy szerkezet „jóságát".

Olvasó Ezek szerint technikai érdekességekről, az „általános elvek"-et megvalósító berendezésekről nem is akarsz beszélni?

Szerző Azt hiszem ilyen irányú érdeklődésedet bőven kielégítheted. Rendszeresen közöl technikai érdekességeket a t-sorozat (Technikai érdekességek a világ minden tájáról), az Élet és Tudomány, a DELTA, az Autó-motor, a Technika, a Műszaki Élet és még jó néhány folyóirat, sőt: a napilapok is. Ezek frisseségét egy könyv úgysem pótolhatná.

Olvasó Ebben igazad van, de legalább a „jel" értelmezésével — kicsit bővebben is — foglalkozhattál volna. A 184. oldalon feltett kérdésemből a „jellemző"-t elég részletesen tárgyaltuk, a „*jel*"-ről azonban csak annyit mondtál, hogy „a mérési transzfer a vizsgált rendszer jellemzőjét alakítja át az ember által közvetlenül érzékelhető jellé".

Szerző A jel értelmezésével külön tudomány (a szemiotika) foglalkozik. (Figyelmedbe ajánlom Horányi Ö: Jel, jelentés, információ c. kis könyvecskéjét, amely a „Gyorsuló idő" sorozatban jelent meg, 1975-ben.) A mi kereteink között ezzel sem tudunk részletesen foglalkozni, hiszen feladatunk elsősorban az, hogy *általános* tájékozódást szerezzünk a technikában. Annyit azonban célszerű megjegyezni, hogy mint ahogy erről a nyelv kialakulásánál is szó volt, a jeleket az ember rendeli hozzá valamihez, annak a jelölésére. (Egy gépkocsi típusjele bár önkényes, de egyértelmű azonosítója egy adott típus tulajdonságainak.)

Olvasó Értem, hogy hová akarsz eljutni és azt is értem, hogy az eddigiek segítenek az általános tájékozódásban, a technikai ismeretek rendezésében. Kézenfekvőnek látszik, hogy egy-egy témakör vizsgálatát a lehetséges kölcsönhatások, a hozzájuk tartozó extenzív mennyiségek számbavételével kezdjük (bár — azt hiszem — ezt még

„gyakorolnom" kell). Az általános mérleg valóban egyszerű és érthető. Segítségével már simán, szinte receptszerűen kapunk egy-egy vizsgált rendszerre vonatkozó összefüggéseket.

Erről sajnos szó sincs! Ennyire azért nem egyszerű az élet. Az elmélet nem ad, nem is adhat kész recepteket. Amiről eddig szó volt, az csak általános tájékoztatást ad a rendszerekben végbemenő folyamatok törvényeiről, de a „rendszerre vonatkozó összefüggésekhez" még sok mindent figyelembe kell venni. **Szerző**

De hiszen azt mondtad, hogy a mérlegegyenletek és a hozzájuk tartozó egyértelműségi feltételek műszakilag a rendszer egyértelmű jellemzését adják. **Olvasó**

Valóban, de ezek szabatos megfogalmazásához jó néhány dolgot ismernünk kell. Mindenekelőtt nem szabad elfelejtenünk, hogy a valódi rendszerek mindig összetettek, több extenzív mennyiség egyidejű áramlásával kapcsolatosak, és igen gyakran a forrás erőssége is változik. **Szerző**

Akkor meg mi értelme volt olyan részletesen foglalkozni az egyszerű kölcsönhatásokkal? **Olvasó**

A legbonyolultabb rendszer is egyszerű jelenségekből tevődik össze. Előbb részeire kell bontani a rendszert, tanulmányozni kell a rendszert, ha az egészet meg akarjuk érteni. **Szerző**

Ez azért meggondolandó, hiszen a műszaki rendszerek általában annyira bonyolultak, hogy még akkor sem tudjuk megmondani, hogyan fog egy összetett rendszer viselkedni, ha külön-külön minden részét ismerjük is. **Olvasó**

A részek ismerete valóban nem elegendő az egész leírásához. Ennek oka az, hogy — mint arról már beszélgettünk — az egyes részek között is kölcsönhatások, kapcsolatok vannak. A részekre bontás során tehát ugyancsak figyelmesen kell eljárni, nem feledkezve meg róla, hogy végül is a részeket össze is kell rakni. (Nem úgy, mint amikor egy kis gyermek szétszed egy órát!) **Szerző**

Talán úgy szeded szét a rendszert, hogy közben a kapcsolatokat is megtartod a részek között? Akkor mit szedtél szét? **Olvasó**

Szerző

Természetesen nem a rendszert szedem részekre, hanem a *vizsgálati szempontokat*. Ennek alapján abból indulunk ki, hogy az egyszerű kölcsönhatások viszonylag egyszerűen megismerhetőek. Így megismerhetők mindazon fizikai változók is, amelyek a folyamat szempontjából lényegesek. Először is a *részfolyamatokat* vizsgáljuk, vagyis az egyes extenzív mennyiségek áramlását. Dinamikai törvényeik már ismeretesek: ezek a mérlegegyenletek. Az egyenletben szereplő vezetési tényezők számszerű értékeire (sokszor még a forráserősségekre is) a szakirodalomban találhatunk anyagot.

Olvasó

És ha vannak ilyen számadatok, mi a biztosítéka annak, hogy akkor is használhatók, ha ezek, az általad részfolyamatoknak nevezett elemek együttesen, egymás mellett és egymással is kölcsönhatásban mennek végbe?

Szerző

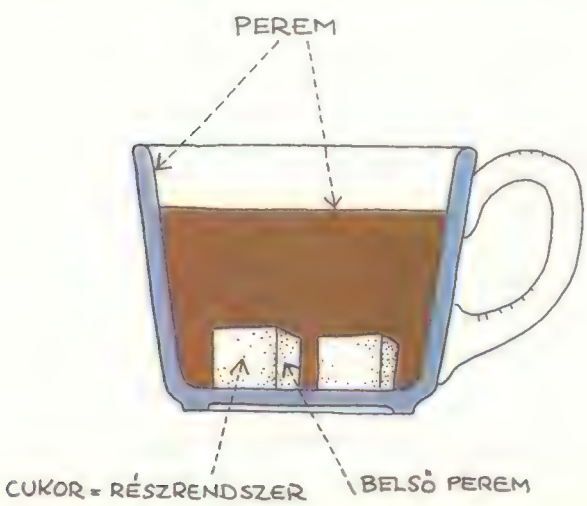
A részfolyamatok összege még valóban nem jelenti az együttes folyamatot, de mindenesetre tájékoztat a várható viszonyokról. Vizsgálata nem *helyettesíti*, hanem csak *megelőzi* az összetett rendszer vizsgálatát. Van azonban az elemekre bontásnak egy másik módja is, amelyet az előbbivel együtt kell alkalmazni, s ez a rendszer *részrendszerekre* bontása.

Olvasó

Mit értesz részrendszeren?

Szerző

Arról már többször szó volt, hogy a rendszer viselkedése szempontjából rendkívül fontos szerepük van a szigetelőknek. A szigetelők bizonyos extenzív mennyiségek áramlását megakadályozzák, ill. — anyagi tulajdonságaiktól függően — korlátozzák. Jellemző rájuk, hogy meghatározott intenzív mennyiségekhez tartozó vezetési tényezők értéke igen kicsi (ellenállásuk igen nagy). A rendszert környezetétől szigetelők választják el. Együttesüket a rendszer *külső peremének* nevezzük. Vizsgálataink csak e peremen belüli részt érintik. Erre a belső részre vonatkozóan írjuk fel a mérlegegyenleteket. A perem jellegének ismerete nélkül azonban semmit sem tudunk mondani a rendszer és a környezete közötti kölcsönhatásról. (A mérlegegyenletek csak az egyértelműségi feltételekkel együtt képezik a rendszer matematikai modelljét.) *Szigetelők* azonban nemcsak a rendszer és környezete között,



de *a rendszeren belül is* vannak. Ezek a belső szigetelők a rendszert jól elhatárolható részekre bontják fel, és a rendszer *belső peremét* alkotják. Egy-egy ilyen belső peremmel elválasztott részt nevezünk részrendszernek.

Olvasó A részrendszerek tehát egyszerűen az egész rendszer falakkal geometriailag körülhatárolt részei?

Szerző Nem mindig kell tényleges falakra gondolni! A lényeg az, hogy olyan felületről van szó, amely bizonyos extenzív tulajdonságok áramlását megakadályozza, ill. korlátozza. Így belső perem lehet olyan fiktív (elképzelt) felület is, amely pl. a kémiai reakciók határát jelzi egy rendszeren belül. Egy tűztérben a láng vége utáni keresztmetszet elválasztja a kémiai reakciót tartalmazó részrendszert attól, amelyben már nincs reakció. A részrendszerekre bontással lehetővé válik, hogy az egyes (az összetettnél lényegesen egyszerűbb) részeket elkülönítve vizsgáljuk, és a részeredményeket viszonylag egyszerűen illesszük. („Szemléletesen" azt mondhatjuk, hogy ami két részrendszer határán az egyik rendszer vizsgálatának eredménye, az lesz a másik vizsgálatának feltétele.)

Olvasó Tehát mégiscsak a mérlegegyenletek adják az összetett rendszerek vizsgálatának és a leírásának alapját is.

Szerző Hadd hívjam segítségül Churchmann „Rendszerszemlélet" című könyvét, amely szerint a rendszervizsgálatok legfőbb szempontjai a következők:

1. az egész rendszer *célja* és működésének értékmérője (a hangsúly az e g é s z en van; a részek célját alá kell rendelni az egésznek);
2. a rendszer *környezete* (beleértve azokat a korlátokat, amelyeken a rendszer működése nem tud változtatni);
3. a rendszer *erőforrásai;*
4. a rendszer *alkotóelemei;* és végül
5. a rendszer *vezetése.*

Olvasó Ezt most miért kellett idézni, hiszen eddig is beszéltünk a műszaki rendszer célszerű irányáról, környezetéről; arról, hogy nincs folyamat energiaközlés nélkül; hogy minden rendszer részekből tevődik össze és még az irányításról is szó volt. Ezek nem új szempontok.

Szerző Nem újak, de annyira fontosak, hogy így külön is — pontokba szedve — érdemes felsorolni őket. A részletesebb elemzés helyett álljon itt néhány sor abból a részből, amelyben Churchman a rendszerszemléletű gondolkodót leírja:

> „Nem közelíthetjük meg a világot vakon, arra hagyatkozva, hogy megállapításaink alapját csak a saját megfigyeléseink és az képezze, amit mások mondanak nekünk... Már az is gyökeres változást jelenthet valaki számára, hogy mindenekelőtt az egész rendszert meghatározó fő célkitűzést fontoljuk meg... Ha pl. azt kérem Öntől, hogy írja le, milyen egy gépkocsi, Ön talán azonnal kikapcsolja a gondolkodás folyamatát s egyszerűen felsorolja azokat a dolgokat, amelyekre saját gépkocsija alapján emlékszik: a kocsi kerekeit, a motort, a kocsi alakját... Megkérdezem ekkor Önt, vajon lehetséges-e háromkerekű

személygépkocsi? Ön már látott ilyet s készségesen hozzájárul.... Ekkor — egyre harciasabban — tovább firtatom a dolgot s megkérdezem Önt, vajon lehetséges-e kétkerekű gépkocsi? Ön erre kissé zavartnak látszik... Jómagam tovább folytatom, s felteszem a kérdést Önnek, vajon létezhet-e gépkocsi kerék nélkül? Ön... többé már nem a gépkocsikra gondol, hanem az ostoba kérdésfeltevőre. A kerék nélküli gépkocsi kérdésének feltevése azonban alkotó módszer a gépkocsinak nevezett rendszer helyes szemléletére... Az a gépkocsi, amely a föld felszíne felett néhány centiméterre lebegni képes, sokkal kényelmesebb utazást biztosít, s a közlekedési torlódások, sőt a balesetek terén is kevesebb problémát okoz..."

Egy rendszer vizsgálatakor — folytatja tovább — legelőször arra kell válaszolni *„mire szolgál, mi a funkciója, s nem a szerkezetét felépítő alkotóelemek felsorolásával kezdjük"*.

Olvasó És akkor mi szükség volt mindarra, amit a mérlegegyenletekről elmondtál? Ezekből a szavakból úgy tűnik, hogy nem az elemek és a közöttük levő kapcsolatok, nem a folyamat és az állapot jellemzéséből kell kiindulni, hanem a funkcióból, a rendeltetésből; s ehhez kell — valamilyen ötlet vagy fantázia segítségével — a megfelelő rendszert megtalálni.

Szerző Csak végletekben tudsz gondolkodni? Az ötletnek, a fantáziának minden alkotó munkában fontos szerepe van. De a rendszerszemlélet nem azt jelenti, hogy most már szabadon csaponghat a fantázia. A „funkcionális szemlélet" megszabadítja az embert azoktól a kötöttségektől, amelyeket a már meglevő szerkezetek jelentenek. De semmi sem szabadíthatja meg az embert azoktól a kötöttségektől, amiket a természettörvények jelentenek. A funkcionális szemlélet arra irányítja a figyelmet, hogy *„mit kell"*, a mérlegegyenletek pedig azt mondják meg, hogy *„mit lehet"*.

Olvasó Ezzel kimerítettük a műszaki rendszerszemlélet „mondanivalóját"?

Szerző Korántsem! A mit kell és a mit lehet mellett ez a szemlélet ahhoz is tanácsot ad: *„hogyan?"*. Segít a végrehajtás (a célszerű folyamatot megvalósító technológia) megszervezésében. Ez nemcsak azt jelenti — amint erről már szó volt —, hogy nem egy kiválasztott jellemző (részfolyamat vagy részrendszer) célszerűségére irányítjuk figyelmünket, hanem az egész rendszer összetett viselkedését, a többi rendszerekkel való kapcsolatot is figyelembe vesszük. Ezen túl azonban a rendszerszemlélet egyfajta „erkölcsi magatartásra" is kényszerít.

Olvasó Szóval még erkölcskódexet is tartalmaz?

Szerző Ismét gúnyolódsz, de nyilván nem gondolod komolyan, hogy erkölcsi szólamokat akarok hangoztatni. A feladattal és a másokkal kapcsolatos magatartásra gondolok. A rendszerszemléletű ember jól tudja, hogy az egyre bonyolultabb és sok kérdéssel összefüggő feladatok megoldásához az ő ismerete kevés. Szükség van a különböző szakemberek alkotó együttműködésére. Ezt pedig csak úgy lehet kialakítani,

ha a másikban azt keressük, ami összeköt bennünket, amiben egymást segíthetjük és nem azt, ami szétválaszt, amiben különbözőek a vélemények. Úgyis mondhatnánk: nyitottság a mások ismereteivel szemben. Erre mondja a már idézett tudós Churchman:

„A rendszerszemlélet ott kezdődik, amikor a világot mások szemüvegén keresztül kezdjük látni."

V. A holnap technikája

(A modern termelés) „az emberi erőnek természeti erőkkel, a tapasztalatszerű gyakorlottságnak pedig a természettudomány tudatos alkalmazásával való helyettesítését feltételezi."

(MARX KÁROLY)

A „holnap technikája" a legtöbb ember gondolatában felidézi a sci-fi (*Science-Fiction*) könyveket és filmeket: a tudományos fantasztikum képzeletvilágát. Ez a fejezet azonban nem a távoli jövő fantasztikus történetét vetíti elénk; a Szerző nem tud, de nem is akar az elkövetkezendő évezredekben „lejátszódó" izgalmakkal szórakoztatni. A szabadjára engedett fantázia sok mindent (gyakran még lehetetlent is) megenged magának, hogy mennél érdekfeszítőbb történetekkel szórakoztasson. A sci-fi írók egy része „nem zavartatja magát" a természettörvények által, s ha éppen úgy kívánja a történet, hát semlegesítik a Föld vonzóerejét, kétszeres vagy tízszeres fénysebességgel röpítik űrhajójukat, 10 perc alatt „feltöltik" tudással és intelligenciával az ősember agyát, felrobbantják az atomerőművek hulladékanyagát, a tengervíz alá helyezik a rakétakilövő állomást... Ki tudná felsorolni az „ötletes" megoldások hosszú sorát, amelyek fantasztikusságához nem fér kétség, de legfeljebb csak annyiban „tudományosak", hogy történetükben űrhajó, számítógép, videotelefon és egyéb technikai csodák szerepelnek.

Nem a sci-fi kritikája* következik, nem kell megijedni! Néha szórakoztatók, akárcsak egy mesefilm vagy a régmúltról szóló kitalált történet, és a baj csak ott kezdődik velük, amikor valaki komolyan veszi a hétfejű sárkány vagy a vasorrú bába színvonalán álló eseményeket is. A jövő technikája viszont valóban csodálatos és izgalmas, ma még elképzelhetetlen távlatokat nyit meg az emberiség előtt. Nincs olyan ember, aki meg tudja mondani, hogy mi *lesz* (akárcsak 100 év múlva), de azért tudjuk, hogy mi „nem lehet", még tízezer év múlva sem. Bár, a „lehetetlen" szóval is óvatosan kell bánni. Jól szemlélteti ezt egy érdekes összeállítás** J. Verne és H. G. Wells fantasztikus ötleteiről:

---

* Az ez iránt érdeklődők figyelmét felhívom pl. a „GALAKTIKA" c. tudományos-fantasztikus antológia megjelent számaira.

** *Al'tsuller, G.:* Algoritm izobretenija. Moszkovszkij rabocsij. 1969. Moszkva, 198. old.

	Wells	Verne
Fantasztikus ötletek száma	108	86
Ezekből már megvalósult vagy a közeljövőben megvalósul	64	57
Elvileg lehetséges, de még nem tudni hogyan	34	20
Bizonyítottan hibás, megvalósíthatatlan ötlet	10	9

Verne és Wells fantáziájában olyan ötletek születtek, amelyekben mindössze 9, ill. 11%-a lehetetlen!

1. Ez lehetetlen!

Swift — világhírű regényének harmadik részében — Gullivert a „Lagadói Nagy Akadémia" tudósai közé vezeti*, s kigúnyolja az értelmetlen problémákkal foglalkozó tudósokat. Az egyik tudós „nyolc éve dolgozik egy terven: hogyan lehet az uborkából kivonni a napsugarakat és eltenni légmentesen lezárt fiolákba", ahonnan télen szabadjára engedhetjük a napfényt. A másik tudós „egy született vak, számos hasonló tanítványa körében színeket kevert festők részére". Egyesek „márványt puhítottak, hogy vánkos legyen belőle..." Hasonló esztelenségek között említ egy — Swift szerint értelmetlen — találmányt: „Volt ott egy egészen zseniális építész, aki a házépítés új módszerén dolgozott. Szerinte az építést a tetőnél kell elkezdeni és úgy kell haladni egészen az alapokig."

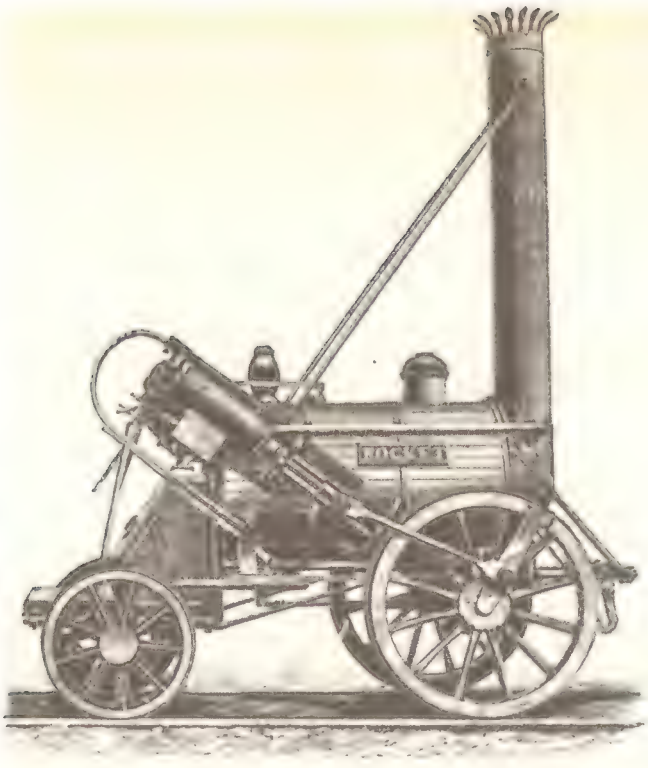
Az uborkából napfényt kivonni, a vaknak színekkel foglalkozni — nyilvánvaló értelmetlenség. De mit szólna Swift, ha látná azt a modern építkezési módszert, amelynél valóban felülről lefelé halad az emeletek összeállítása?

* * *

Lalande, a francia akadémia tagja 1781-ben azt írja a Journal de Paris-ban, hogy ne próbáljuk a természet törvényeit megváltoztatni; teljesen bebizonyosodott, hogy az ember képtelen felemelkedni, vagy a levegőben mesterséges szárnyak vagy szerkezetek segítségével fennmaradni.

A múlt század húszas éveiben a „Quarterly Report" így írt Stephenson gőzmozdonyáról: „Nincs semmi, ami nevetségesebb és badarabb lenne, mint az az ígéret, hogy olyan gőzmozdonyt építsenek, amely kétszer gyorsabban haladna a postakocsinál. Még kevésbé hihető, hogy az angolok rábízzák az életüket egy ilyen gépre, önkéntesen felrobbantva magukat..."

* *Swift, J.:* Gulliver's Travels. Higher School Publ. House. 1973. Moscow. 169—170. old.



Ezzel majdnem egyidőben adott „szakértői véleményt" a bajor királyi kollégium, amely szerint a lokomotív gyorsasága az utasoknak agyrázkódást, a nézőknek pedig szédülést fog okozni.

Azt hiszem, hogy ezekhez a mai kor emberének nem kell kommentár!

* * *

A századforduló „találmánygyárosa", Edison személyesen beszélgetett el mindazokkal, akik a laboratóriumában akartak dolgozni; kifaggatva őket tervükről, érdeklődési körükről. Egy alkalommal az egyik fiatalember elmondotta, hogy csodálatos gondolata van*:

— Mi az a csodálatos gondolat? — kérdezte Edison.

— Egy univerzális oldószert akarok feltalálni, egy olyan folyadékot, amely mindent, érti *mindent* felold!

— Univerzális oldószer? — lepődött meg Edison — jó ötlet! S mondja csak: *milyen edényben akarja tárolni?*

A fiatalember zavartan elhallgatott...

Eddig a történet... eleje! Edison egy mondattal letörte az „utópiát kergető, meggondolatlan" feltalálójelöltet. Ámde nézzük a folytatást: Fél évszázaddal később a moszkvai „Pionyirszkaja Pravda" ezt a feladatot („milyen edényben tároljuk az univerzális oldószert?") kitűzte az általános iskolák 5—7. osztályos tanulói részére. Több mint 3000 válasz érkezett: „az oldószert igen alacsony hőmérsékleten, szilárd halmazállapotban kell tárolni", „az oldószert úgy kell kialakítani, hogy elektromosan vezető legyen és akkor — a plazmához hasonlóan — elektromágneses térrel lehet a faltól távoltartani", „az oldószert két komponensből kell elkészíteni

* A történetet *Al'tsuller* (l. m. 46. old.) nyomán közöljük.

úgy, hogy az oldóhatás csak ezek összekeverése után jelentkezzék". Ezek és a hozzájuk hasonló válaszok sokasága bizonyította: a tudományos ismeretek fél évszázad alatti fejlődésének eredményeként egy olyan feladat, amely a nagy Edison előtt még értelmetlennek tűnt, azt ma már a kisdiákok is megoldhatónak tartják*.

* * *

Ezek szerint: nincs lehetetlen? Előbb-utóbb minden lehetségessé válik?

Korántsem! Ne feledjük: a technika nem *megváltoztatja*, hanem *felhasználja* a természettörvényeket. A természettörvények ellen működő szerkezet — bármily szellemes is — csak hiú ábránd marad.

Akkor hát szolgái vagyunk a természeti erőknek? Az ember sohasem válhat igazán szabaddá?

Attól függ, mit értünk szabadságon. „A szabadság — a felismert szükségszerűség" — mondja Engels. A szükségszerűséget a természeti és társadalmi törvényszerűségek határozzák meg, de ezeket felismerve, a meghatározott korlátok között már szabadon, valóban szabadon szárnyalhat az emberi fantázia, az ötletesség, az újat alkotó emberi képesség. Ez a szabad szárnyalás teszi az embert a természet urává; sajátos urává: a természeti erőket használja fel a természeti erők feletti uralmára.

A technika és a tudományok fejlődését a lassú változások és a forradalmi ugrások egymást váltó szakaszai jellemzik. A meglevő eszközök és ismeretek az őket használó emberek kezében csiszolódnak, finomodnak, tökéletesednek; ezzel együtt változnak, fejlődnek, növekednek az egyes ember és az egész emberiség igényei is, míg egyszercsak elérkezik egy „válság" szakasz: az eszközök semmiféle finomítása sem képes a megváltozott, megnövekedett igények kielégítésére. Ilyenkor szakítani kell az „eszközszemlélettel", gyökeresen újat kell hozni, s ehhez az kell, hogy szemünk előtt ne a meglevő eszköz, hanem a kielégítendő igény, a megvalósítandó funkció lebegjen!

Emlékezzünk vissza: papirusz nádból sohasem lett volna kódex, pergamennel lehetetlen lenne az újságkiadás, fatáblák használatából nem született volna rotációs könyvnyomtató gép, a legtökéletesebb fonográf sem vetekedhet a modern hanglemezzel. A holnap technikája sem kizárólag a meglevő technika továbbfejlesztése, hanem gyökerében új eszközök gazdag tárháza lesz. Nehéz feladat — akárcsak a közeli — jövő tudományos és technikai vívmányait megjósolni. A fantázia szárnyán „szabadon" repülő, a lehetőségeket figyelmen kívül hagyó jósoknak egyszerű a dolguk, de a tudományos előrelátás (az ún. prognosztika) és a jövő tervezése már felelősségteljes, nagy felkészültséget és körültekintést igénylő munka. A közeli és távlati tervek nemcsak leírják jövőnket, de a jövő megvalósítását is — kisebb-nagyobb mértékben — irányítják. (Az ötéves terv: törvény; a távlati terv: irány-

* Hasonló példák sokaságát sorakoztatja fel *A. C. Clarke:* A jövő körvonalai avagy hol kezdődik a lehetetlen c. könyvében. (Gondolat, Budapest, 1969.)

elv!) Különböző tudósok nyilatkozataiból készített összeállítás* a következő évtizedek várható eredményeiről:

1980	Automatákat küldenek a Vénuszra és a Marsra. Gazdaságossá válik a vezeték nélküli energiatovábbítás. Automatizálják a mezőgazdaságot. Laboratóriumban előállítják az élet primitív formáit. Elterjed a mesterséges, műanyag és elektronikus elemek beültetése az emberbe.
1990	Az ember leszáll a Marson és a Vénuszon. Megoldják a termonukleáris energia közvetlen átalakítását elektromos energiává. Megvalósul az időjárás kísérleti vezérlése. Automatizálják a könyvtárakat és megvalósul a gépi fordítás. Állandó bázis keletkezik a Holdon.
2000	A Föld lakossága 6,5 milliárd; az ember átlagéletkora 100 év. Első városok és gyárak a tengerek fenekén. Emberi települések a Holdon. Automaták a Naprendszer valamennyi bolygóján. Megvalósul az időjárás gyakorlati vezérlése.
XXI. sz.	Kapcsolat a Földön kívüli civilizációkkal. Emberi települések létesülnek a bolygókon. Megkezdődik a bolygók természeti kincseinek ipari hasznosítása. Az éghajlat irányítása. Kémiai eszközökkel szabályozzák az öregedés folyamatát. A háztartási robotgépek elterjedése. Megszűnik a föld alóli bányászat (mivel minden elemet iparszerűen át tudunk alakítani más elemmé). Expedíció más bolygórendszerekre; az expedíció tagjai hosszú álomban teszik meg az utat. Az emberiség alkotó kollektívává változik.

* * *

Ezek vagy mások**, de mindenképpen az ember céljait szolgáló új eredmények áldásait a mai fiatalok fogják élvezni, azonban az eredményeket nemcsak élvezni: létrehozni is kell! Ez is a mai fiatalokra vár.

És még valami! Gondoskodni arról, hogy a technika valóban az emberiség céljait szolgálja, s ne a rombolást, a pusztítást. A technika nem önmagától válik humánus eszközzé: a szocialista társadalom az, amely biztosítéka a technika humánus alkal-

---

* *Dobrov, G. M.:* A tudomány tudománya. Gondolat, Budapest, 1973. (329. old.) c. könyve nyomán.

** *A. C. Clarke* érdekes — szinte már sci-fi jellegű — könyve részletes összeállítást közöl a 2100-ig várható új tudományos és technikai eredményekről. (Többek között: „Találkozás Földön kívüliekkel", „Világagy", „Csillagközi repülés", sőt „Tér—idő deformálás" is szerepel a jóslatok között!)

mazásának. Amikor létrejön az egész emberiség alkotó szocialista kollektívája, olyan energiák szabadulnak fel, amelyek a tudomány és a technika fejlődését minden eddiginél gyorsabb ütemben viszik előre, s ezzel „lezárul az emberiség előtörténete".

Alkotó módon részt venni a jövő formálásában csak az tud, aki felkészül az alkotó munkára, olyan ismereteket sajátít el, amelyek segítik a probléma felismerésében, megfogalmazásában és megoldásában.

2. Feladat a technikában

Nem tévedés ez a cím? Talán a feladat *megoldásáról* akarsz beszélni? **Olvasó**

Nem, a megoldással kicsit később foglalkozunk. Most csak a feladatról lesz szó. **Szerző**

Miféle feladatról? **Olvasó**

Általában arról, hogy mi jellemzi a technikában jelentkező feladatokat. **Szerző**

A „feladat"-ról nem tudom mit lehet mondani *általánosságban;* az mindig valami *konkrét* megbízatással kapcsolatos. Tőlünk csak a megoldás függ. **Olvasó**

Ezt nem értem; a feladat talán tőlünk független? **Szerző**

A feladatot készen kapjuk, a megoldást viszont választjuk. **Olvasó**

Nyilván iskolai vagy munkahelyi feladatokra gondolsz. De még ott sem igaz, hogy készen kapjuk a feladat minden részletét. **Szerző**

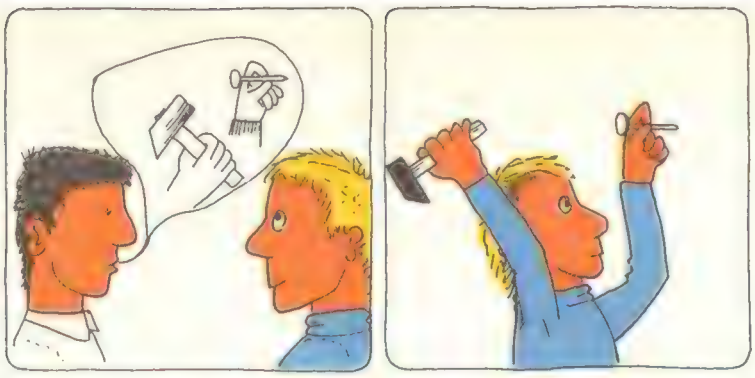
Persze, egyes részfeladatokat — a kapott nagy feladathoz kapcsolódóan — magunk is kitűzhetünk magunk elé, de ez már csak a feladat megoldásának egyes lépéseire vonatkozhat. **Olvasó**

Azt hiszem nem könnyű eldönteni, hogy kié a „nagy" feladat és kié a részfeladat. A miniszter is — az országos ügyből — részfeladatot old meg, s egy diák szempontjából a kiadott házi feladat is önálló, nagy feladat. **Szerző**

Túlzás ez a példa. Természetes, hogy minden feladat egy nagyobb feladat része, de azért van különbség az egész országot érintő és egy diákra vonatkozó tevékenység között. **Olvasó**

Ne forgasd ki a szavaimat! Eszem ágában sem volt egyenlőség jelet tenni a különböző feladatok közé. De: miniszter vagy szakmunkás, iskolaigazgató vagy diák napi munkájában egyaránt feladatokat old meg. Igaz az is, hogy ezeknek a napi feladatoknak be kell illeszkedniük a „nagyobb" feladatokba, amelyet mindenki (hangsúlyozom: mindenki!) környezetétől kap. Ezt, a környezettől kapott feladatot viszont saját magának kell felbontania részfeladatokra; s ebben a felbontásban mutatkozik meg először az emberi tehetség. **Szerző**

Miféle tehetség szükséges egy kiadott feladat előírásszerű felbontásához? **Olvasó**



Szerző Elsősorban: nem „előírásszerű" felbontásról van szó. Másodszor: nem *kiadott* feladatot mondtam, hanem „környezetétől *kapott*" feladatot.

Olvasó És az miben különbözik attól, amit kiadnak?

Szerző Olyan feladatokról van szó, amelyek valamely probléma megoldását jelentik. Márpedig a környezettől csak az kap feladatot, aki felismeri a megoldásra váró problémát. Így ír erről Pólya György*:

„Modern életünk folyamán nem nehéz élelemhez jutni. Ha otthon megéhezem, előkaparok valamit a hűtőszekrényből, ha a városban vagyok, elmegyek egy kávéházba vagy valamilyen üzletbe. Más dolog az, ha a hűtőszekrény üres vagy ha nincs pénzem. Ebben az esetben élelemhez jutni probléma." Majd így folytatja: „...ha nincs nehézség, nincs is probléma...". A probléma azt jelenti, „hogy olyan megfelelő tennivalót keresünk tudatosan, amely alkalmas valamilyen világosan megfogalmazott, de közvetlenül meg nem közelíthető cél elérésére. Problémát megoldani, a megfelelő tennivaló meghatározását jelenti". Ezen „tennivalók" jelentik a tulajdonképpeni feladatot.

Olvasó És ezen tennivalókat talán nem „kiadják" annak, akinek végre kell hajtania?

Szerző Szerinted kiknél és mikor kezdődik a tennivalók, a feladatok önálló meghatározása?

Olvasó A vezetőknél, s csak akkor, ha valami új dolgot kell csinálni. Ha minden rendben megy, akkor nincs szükség változtatásra, újításra; a feladat ilyenkor csak a szokott munka becsületes elvégzése.

Szerző Nagyon leegyszerűsíted a dolgot. Lélektelen robottá válna a munka, megszűnne a szakmák szépsége, ha igazad lenne; de szerencsére nemcsak a vezetők joga és kötelessége az önálló feladatmeghatározás, az új megoldások keresése. És abban sincs igazad, hogy, ha minden rendben megy, nincs szükség változtatásra.

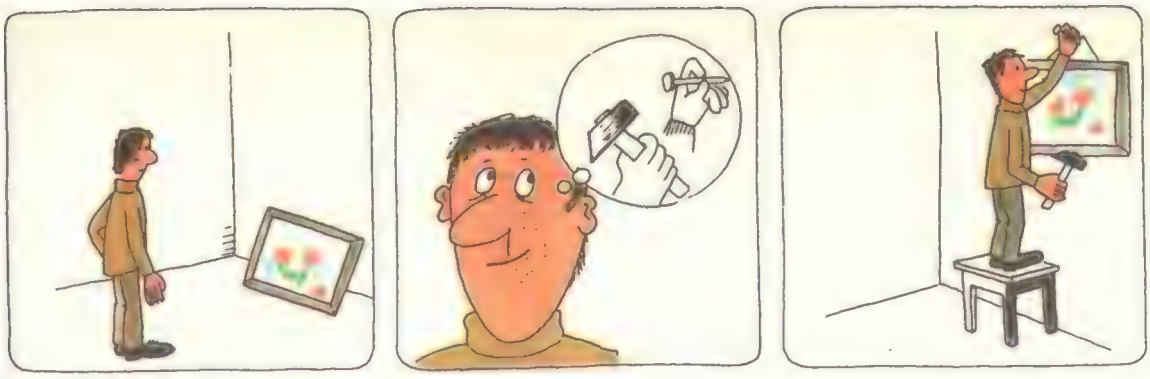
Olvasó Minek változtatni azon, ami jó?

Szerző Pontosabban kellett volna fogalmaznom: lehet-e olyan eset, hogy *minden* tökéletes?

Olvasó Természetesen semmi sem tökéletes, de...

---

* *Pólya György:* A problémamegoldás iskolája. Tankönyvkiadó, Budapest, 1967. I. köt. 129. old.



...de Te — vagy aki éppen csinálja — tökéletesnek érzi. Csinál valamit és nem ismeri fel a problémát: nem ismeri fel, hogy mit kellene javítani, tökéletesíteni. A mindennel megelégedett ember békésen, nyugalomban él; nincsenek problémái, de az ilyen ember nem is válik alkotóvá, a fejlődést előbbre vivő emberré. **Szerző**

Szóval a Te eszményképed az elégedetlen, zúgolódó, semmivel sem kibékülő ember. **Olvasó**

A Tied pedig a megelégedett, minden és mindenki előtt hajbókoló, mindennel egyetértő ember? **Szerző**

Miért túlzol; kinek lenne eszményképe egy gerinctelen alak? **Olvasó**

És kinek lenne eszményképe egy összeférhetetlen, kötözködő alak? Én csak azt mondom, hogy igenis szükség van egészséges elégedetlenségre. Elégedetlenségre elsősorban önmagunkkal szemben: ez serkent állandó továbbtanulásra, ismereteink műveltségünk állandó gyarapítására. Elégedetlenségre a meglevő dolgokkal szemben: ez ösztönöz állandó alkotó munkára, az új, a fejlettebb, a tökéletesebb megoldások keresésére. **Szerző**

Lehet, hogy a feltalálóknak, a tudósoknak és az államférfiaknak állandóan keresni kell a tökéletesebb megoldásokat, de a hétköznapi ember örül, ha a rábízott feladatokkal megbirkózik. **Olvasó**

És végzi gépiesen a napi ügyes-bajos dolgait, az éveken át megszokott módon?! Nem hiszem, hogy tudsz olyan tevékenységet mondani, amelynél — a változó körülményektől függetlenül — az éveken át változatlan munkamódszert ne lehetne jobbá, hatékonyabbá tenni. **Szerző**

Ez így csak általános szólam! **Olvasó**

Akkor beszéljünk konkrétabban: az esztergályos, az üzleti eladó, a hivatalnok munkája lehet állandó, gépies ismétlése a megszokottnak — s akkor robottá válik a munka. Minden munkában lehet azonban újítani: az esztergályos egy ügyesen kigondolt szerkezettel vagy a műveletek ésszerűbb sorrendjével, az üzleti eladó a vásárlóknak adott szakszerű tanácsaival, segítőkészséggel, a hivatalnok az ügymenet ésszerűsítésével, nemcsak gazdaságosabbá teszi munkáját, hanem színt is visz a (más számára szürkének tűnő) hétköznapi tevékenységbe. Van amikor a meg- **Szerző**

szokotthoz ragaszkodás egyenesen veszélyes. A gépkocsivezető, aki nap-mint-nap megszokott útján halad észre sem veszi, ha egy nap pl. „BEHAJTANI TILOS" táblát helyeztek el útvonalán. Az alkotó ember még a gépkocsi kormányánál is felismeri a problémát: a körülményektől, forgalmi viszonyoktól függően megtervezi és — ha célszerű — újratervezi napi útvonalát. A „kényelmes" ember naponta leül a tv elé és válogatás nélkül mindent végignéz. Az ilyen ember rabja a tv-nek. Az alkotó ember ebben is megoldandó feladatot lát: mit érdemes megnézni, milyen lehetőségek között lehet választani.

Olvasó Messze szálltál a technikai feladatoktól!

Szerző Lehetséges, de azt azért el kell ismerned, hogy az élet minden területén gondolkodó, újat kereső emberekre van szükség. Értsd meg: nem *azt* a TAGADÁS-t dicsőítem, amelynek minden rossz, ami van; hanem azt, amely semmit sem fogad el tökéletesnek. A „legjobb" gondolat, a „legtökéletesebb" szervezet, a „legnagyszerűbb" gépezet fejlődésében sem lehet megállás: ami megmerevedik, az elsatnyul.

Olvasó Aki pedig mindig „tagad", az belefásul.

Szerző Attól függ, hogy mi a célja. Én inkább a gépies rutinba fásulnék bele. És azt hiszem nemcsak én. A munkahelyi vagy az iskolai kollektíva, a brigád- vagy az ifjúsági moz-

galom akkor és csakis akkor marad élő, érdekes és vonzó, ha frissítéséről, az új formák és módszerek kialakításáról rendszeresen gondoskodunk.

Mi köze ennek a technikához? **Olvasó**

Csak annyi, hogy a technika és a társadalom fejlődése elképzelhetetlen olyan emberekkel, akik nem akarnak és nem tudnak újítani, az élet minden területén. Értsd meg: **Szerző**

„a középszerű ember a rázúduló feladatok megoldásában mindig a legkisebb ellenállás útján halad, s minden erővel a már ismert, sablonos megoldások valamelyikét akarja használni" — írja Pietrasinski*, pedig „a siker legfőbb titka sok esetben nem is annyira a megoldás készségétől, mint inkább a problémák észrevételének és felvetésének képességétől függ... A legközönségesebb tevékenység számos figyelemre méltó probléma lehetséges forrása, de alig néhányan érzékelik ezeket."

Úgy látszik most már csak filozofálgatni fogsz. **Olvasó**

Te ezt filozofálgatásnak nevezed? És az újítómozgalom? Talán az is csak filozofálgatás? **Szerző**

Elismerem, hogy minden munkában jelentősége van az újításnak, de ebben a formában egész beszélgetésünk valahogy a levegőben mozog. **Olvasó**

Remélem, hogy a továbbiak már számodra is visszaszállást jelentenek a Földre. **Szerző**

Talán meggyőztelek arról, hogy „A feladat" nem egyszerűen kézhez kapott, megoldandó kötelességből ered, hanem abból a szemléletből, amit problémaérzékenységnek, az új lehetőségek felismerési képességének nevezünk. A problémaérzékeny ember nemcsak a célt látja, hanem azt is, hogy ez a cél többféle úton érhető el; tudatosan keresi-kutatja az új utakat, új lehetőségeket.

De hát, hol keresse az ember az újat? És ha állandóan csak az újat keresi, mikor dolgozik? **Olvasó**

Ugye ez csak „költői kérdés" volt?! Az alkotó munka és az újítás egymás nélkül elképzelhetetlen. De most már valóban zárjuk le az általánosságokban mozgó csevegést. **Szerző**

* *Pietrasinski, Z.:* A helyes gondolkodás pszichológiája. Gondolat, Budapest, 1967. 99—100. old.

3. Út a csúcsra

Az eltévedt turisták

A kétnapos kirándulás első napja vidám, felszabadult jókedvben telt el. A vadregényes erdőben a természet csendjét csak az önfeledt játékot kísérő kacagás törte meg. A kis tisztás pillanatok alatt sportpályává változott; a csoportból verbuválódott két csapat küzdelme népstadioni hangulatot árasztott. Észre sem vették az idő múlását, csak a hirtelen beköszöntött sötétség döbbentette rá a társaságot, hogy „eljátszották az időt". Valahol itt, az erdővel borított hegy csúcsán van a turistaház, éjszakai szállásuk helye. De hogyan jutnak oda? A kis turistacsoport vezetőjének hideg futott végig a hátán: csak nem kell huszadmagával a nyirkos erdőben, szabad ég alatt tölteni az éjszakát? „A legfontosabb most az, hogy el ne veszítsem a fejemet! Meg kell találni a lehető leggyorsabb utat a hegycsúcsra!"

Rövid tépelődés után döntött: maga köré hívta a társaságot és őszintén feltárta a problémát. „Hogyan tudjuk elérni a csúcsot?"

— Kinél van a térkép?

Néma csend.

— Úgy látszik, valahol elhagytuk.

— Kinél van zseblámpa?

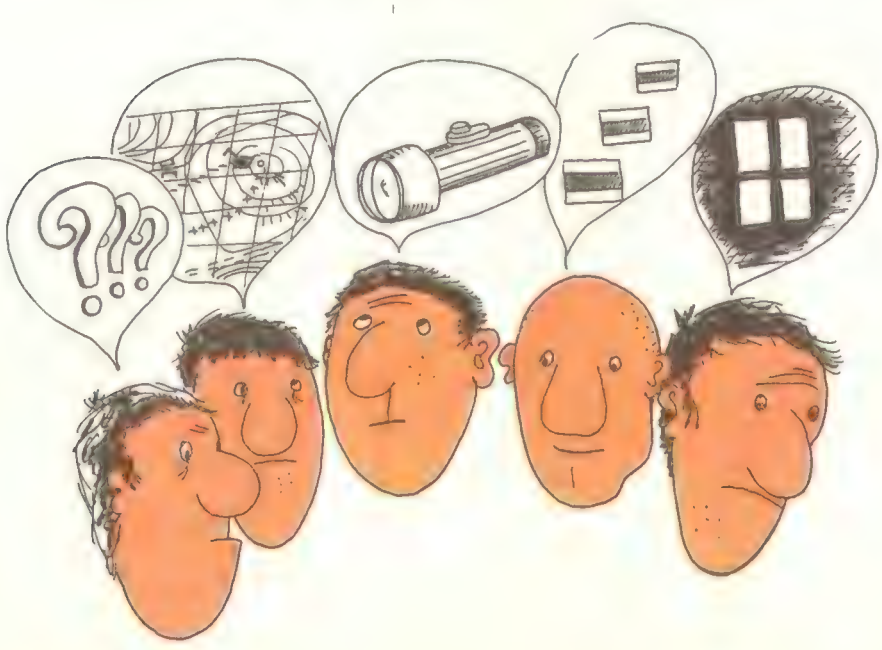
Erre már hárman is jelentkeztek. Tehát három lámpa — ez minden, amivel a feladatot meg kell oldani.

— Ki mit tanácsol?

— Keressük meg a jelzett utat! — mondta egyikük.

— Arról már régen letértünk; az is lehet, hogy a hegy túlsó oldalán van. Mire megtaláljuk, kivirrad. Más ötlet nincs?

— Várjuk meg, míg valaki, aki ismeri a vidéket, erre jön!



— Azt ugyan várhatod; kinek van kedve — rajtunk kívül — sötétben mászkálni az erdőben? A környékbeliek már régen a tv-t nézik.

— A turistaház biztosan ki van világítva. Talán valahonnan megláthatjuk a fényeit.

— Sűrű erdőben vagyunk, ne feledd el! Ez sem jó!

— Mi lenne, ha ahányan vagyunk, annyifelé mennénk, s aki megtalálja, az kiabálni kezd...

— A fele eltévedne, vagy még többen is. Nem! Együtt kell maradnunk, együtt kell célba jutnunk!

Még egy darabig tanakodtak, végül a vezető adta elő a tervét:

— Nem biztos, hogy a leggyorsabban, de biztos, hogy sikeresen megoldjuk feladatunkat, ha mindig a legmeredekebb irányt követjük; az biztos, hogy a hegycsúcsra vezet.

A tervet elégedetlen zúgás fogadta:

— Valamennyien kidöglünk, ha állandóan a legmeredekebb irányban kell kapaszkodnunk!

— Nem is úgy gondoltam, hogy valamennyien állandóan a legmeredekebb emelkedőkön haladjunk. Mindig csak hárman lesznek az „útkeresők" és irányjelzők. Nekik kell a legmeredekebb utat megkeresniük, és ha kifáradtak, váltjuk őket. A többiek látótávolságból követik az irányjelzőket.

— Ezt hogy képzeled?

— Mindhárom útkeresőnél egy-egy zseblámpa van. Az indulásnál egyikük helyben marad, a másik kettő, egymásra merőleges irányban elmegy 10-10 méter távolságra. Bekapcsolják a lámpát. Amelyik a három közül a legalacsonyabban van, az megindul a másik két lámpát összekötő egyenesre merőleges irányban, és addig megy,

amíg mindkét lámpát még látja. Ekkor megáll. Ezután ismét az indul el, aki legalacsonyabban van és halad addig... Szóval, megismétlődik az előbbi, csak most már magasabban. Így haladunk addig, amíg a csúcsra, vagy legalábbis a turistaház látótávolságáig nem érkezünk.

* * *

A terv bevált, rövid idő múlva már a turistaház kényelmes ágyaiban nyújtóztathatták ki fáradt tagjaikat. A „legnagyobb meredekség módszere" az ismeretlen terepen is célra vezetett, mert — szerencséjükre — a hegynek csak egy csúcsa volt. (Két vagy több csúcsú hegynél — ezzel a módszerrel akár napokig is bolyonghattak volna.)

Az olvasó közbeszól

Olvasó „Izgalmas" történet, de kissé bonyolult megoldást választott a turisták vezetője! Ez a „háromfelé haladás" teljesen felesleges; aki már volt kirándulni, tudja, hogy egymaga is megtalálja a legmeredekebb utat.

Szerző Ez igaz, de csak azért, mert szó szerint vetted a történetet: igazi hegyre és igazi turistákra gondoltál.

Olvasó Miért talán az üveghegyre és a tündérekre kellett volna gondolnom?

Szerző Ne komolytalankodj! Mit szólnál ahhoz, ha a csapatnak nem a legmagasabban levő, hanem a legnagyobb hőmérsékletű helyet kellene megtalálnia?

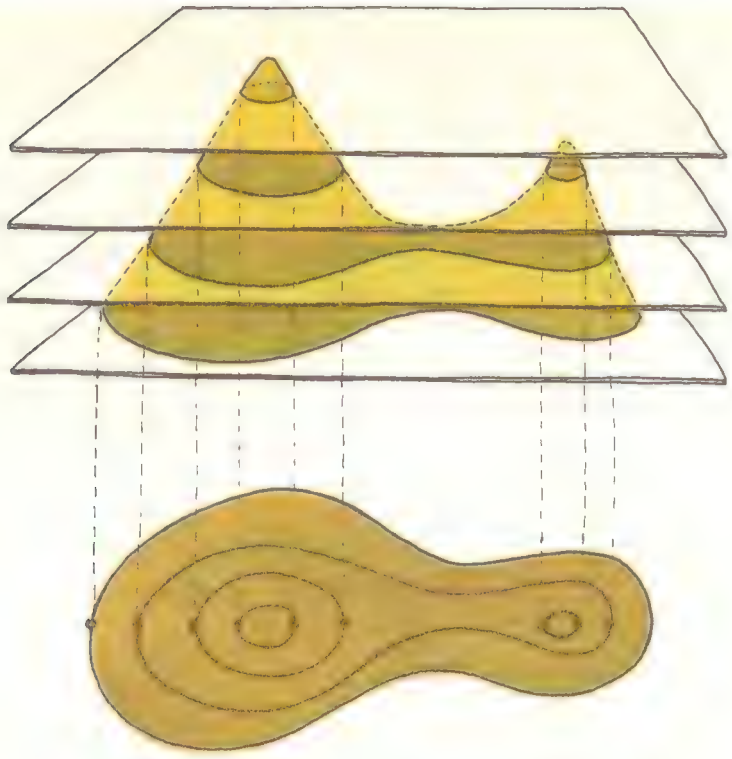
Olvasó Most kettőnk közül ki komolytalankodik? Mi köze a hőmérsékletcsúcsnak a hegycsúcshoz?

Szerző Még Te is csúcsról beszélsz, mindkét esetben. A térképeken a hegyeket szintvonalakkal jelzik; minden egyes szintvonal az azonos magasságú pontokat köti össze. Ugyanilyen szintvonalas térképet készíthetünk a hőmérsékleti viszonyokról; minden egyes szintvonal az azonos hőmérsékletű pontokat köti össze. Ezeket a szintvonalakat izotermáknak nevezik. Hasonlóan ábrázolják a nyomás, a kémiai, az elektromos potenciál változását, más esetekben a hatásfok vagy a teljesítmény alakulását. Természetesen ezek a szintvonalak leggyakrabban nem valamilyen hely fölötti viszonyokat, hanem más mennyiségek függvényeként kialakuló értékeket jelölnek. Igen gyakori technikai feladat az, hogy ezeknek a „hegyeknek" a csúcsát — legkedvezőbb értékét — megtaláljuk.

Olvasó Tehát nyomás- vagy hatásfokcsúcsról van szó?

Szerző Pontosabban: valamilyen mennyiség maximális (vagy éppen minimális) értékének feltételeit kell megtalálni. Az „ismeretlen terepen" a turisták által követett tervhez hasonlóan kereshetjük meg a „csúcsot"; az ilyen vagy ehhez hasonló keresési terveket használják az ún. kísérlettervezés során.

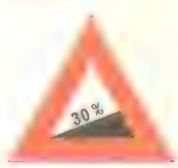
Olvasó Talán kísérlettervezéssel fogunk foglalkozni?



Nem, ez is meghaladná beszélgetéseink kereteit*. Csak arra akartam felhívni a figyelmedet, hogy az új feladatok megoldása a technikában mindig valamilyen optimum (valamilyen szempontból legjobb) elérésének tudatos keresése. A turistacsoport példája nemcsak azt akarta szemléltetni, hogy a megoldáshoz mindig valamilyen „stratégiára" van szükség, hanem azt is, hogy a stratégiai terv végrehajtása szervező készséget, a feladatot végrehajtó emberek összefogására és irányítására képes vezetőt is igényel. **Szerző**

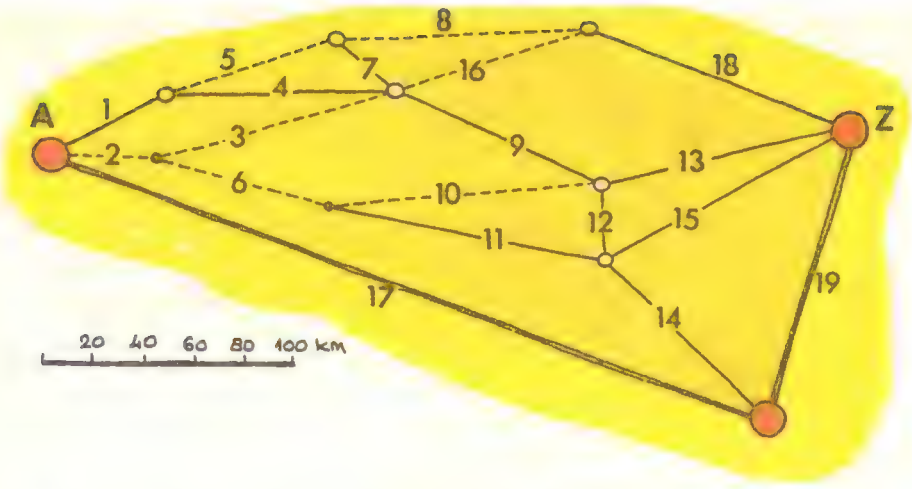
Ez természetes, és ilyen szempontból már elfogadom a példádat. **Olvasó**

Köszönöm, de gyorsan hozzá kell tennem: a példa csak nagyon erős egyszerűsítése volt a valódi technikai feladatoknak. A legtöbb esetben a „szintvonalakat" nem lehet lerajzolni; az optimum nemcsak két, hanem igen sok változó függvénye; a „legjobb" elérésének nemcsak egy, hanem igen sok útja lehetséges; az „út" megtervezésekor figyelemmel kell lenni az eléréshez szükséges időre és költségekre. **Szerző**



Nehezen tudom követni ezt a sokféle szempontot. Azt még értem, hogy az optimum nemcsak két, hanem több változó függvénye is lehet. De hogyan lehet figyelembe venni a többféle utat, az utak idő- és költségigényét? **Olvasó**

* Akit a téma részletesebben érdekel és megfelelő matematikai előképzettséggel is rendelkezik, annak figyelmébe ajánlom *Adler—Markova—Granovszkij* nemrég megjelent „Kísérletek tervezése" c. könyvét, Mir, Moszkva- Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1977.



Szerző Tegyük fel, hogy az *A* városból akarsz a *Z* városba eljutni. Megnézed a térképet és látod, hogy több út is vezet *Z*-be (a térkép egy részletét kirajzoltuk). Melyik utat választanád?

Olvasó Ez attól függ, hogy milyen minőségű egy-egy útszakasz.

Szerző Valóban ettől is függ és természetesen attól is, hogy milyen gépkocsival haladsz. Tegyük fel, hogy a térképen bejelölt 19 útszakaszon elérhető átlagsebességek a következők:

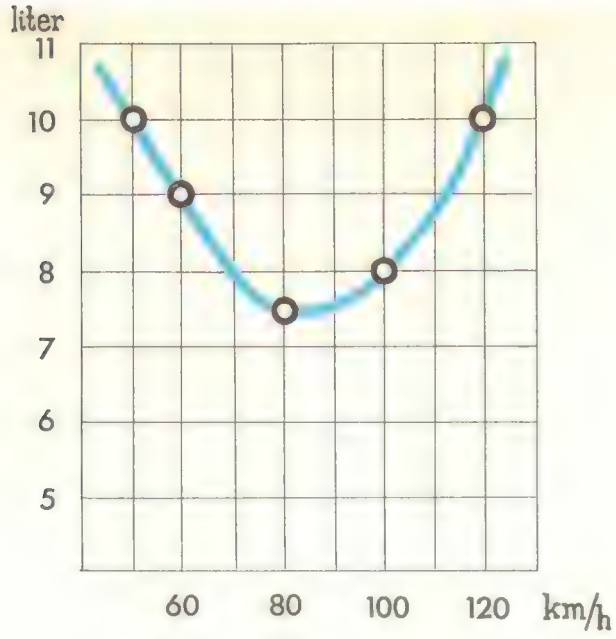
Útszakasz jele	Útszakasz hossza, km	Átlagsebesség, km/h
1	50	100
2	40	50
3	100	50
4	90	100
5	70	50
6	70	50
7	30	100
8	100	50
9	90	100
10	110	50
11	110	60
12	30	100
13	100	80
14	90	100
15	110	60
16	80	50
17	300	120
18	110	100
19	120	120

Olvasó Ezek szerint a *17* és a *19* jelű szakaszok autópályák.

Szerző Ezért jelöltük a térképen kettős vonallal.

Olvasó Akkor én ezt a szakaszt választanám: *17—19*.

Szerző Várj még a választással! Érdemes még valamit figyelembe venni: a sebességtől függő benzinfogyasztást. Tegyük fel, hogy 100 km megtett úton a benzinfogyasztás
Most is az autópályát választanád?



Lehet, hogy egy kicsit több benzinnel, de sokkal hamarabb jutnék a célba, s „az idő pénz".

Olvasó

Ne siesd el az ítéletet. Néhány lehetséges útvonalra kiszámoltam az út hosszát, a célbajutáshoz szükséges idő- és benzinszükségletet.

Szerző

Érdekes: az *1—4—9—13* útvonal csak 5 századdal hosszabb ideig tart, mint az autópálya-vonal, de majdnem fele a benzinfogyasztás!

Olvasó

UT(KM)	IDO(ORA)	BENZIN(LITER)	UTVONAL
420	3,50	42,0	17-19
330	5,87	30,8	2- 6-11-15
320	5,65	29,5	2- 6-10-13
360	6,53	34,3	2- 6-10-12-15
350	5,58	30,8	2- 6-11-12-13
330	4,95	28,7	2- 3- 9-13
370	5,83	33,5	2- 3- 9-12-15
330	5,50	30,8	2- 3-16-18
330	4,10	28,0	1- 4-16-18
330	3,55	25,9	1- 4- 9-13
370	4,43	30,7	1- 4- 9-12-15
340	4,90	30,2	1- 5- 7-16-18
340	4,35	28,1	1- 5- 7- 9-13
380	5,23	32,9	1- 5- 7- 9-12-15
330	5,00	29,8	1- 5- 8-18
430	5,93	40,1	2- 6-11-14-19
460	6,60	43,6	2- 6-10-12-14-19

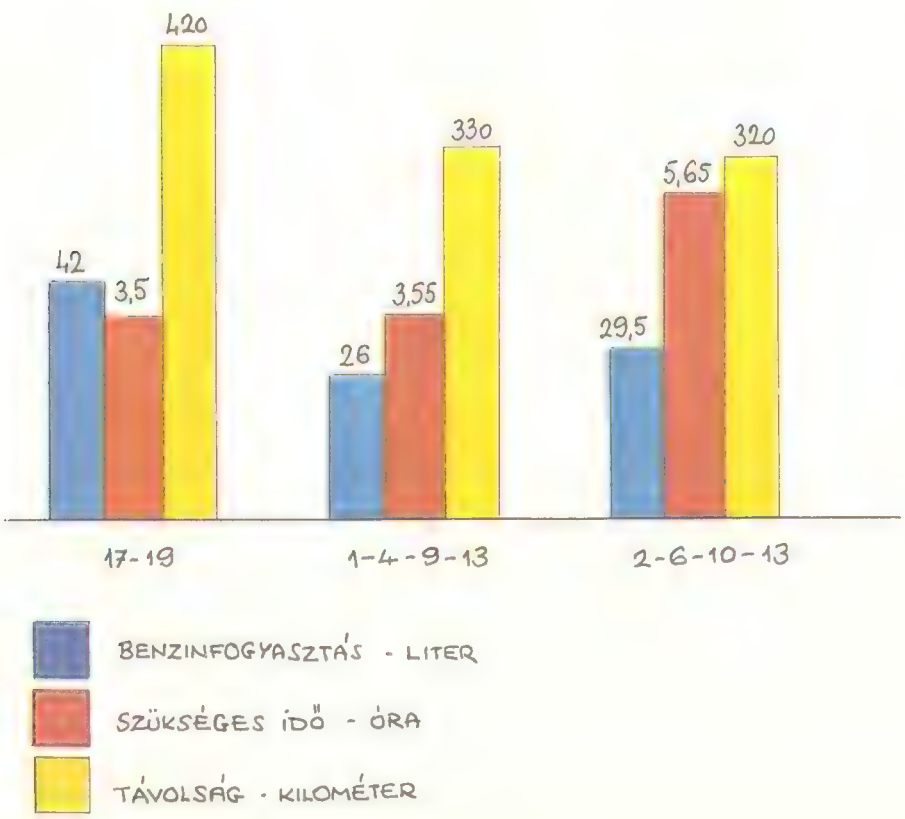
Szerző Azt hiszem egyértelmű, hogy a 3 perc „késés" megéri, ha ezzel 16 liter benzint takaríthatunk meg. Persze nincs mindig ilyen egyértelmű döntési lehetőség. Ha pl. az *1* jelű útszakasz zárva lenne, akkor az (autópálya utáni) időoptimum: 4,95 óra (vagyis 4 óra 57 perc), a benzinfogyasztás pedig 28,7 liter. Ilyenkor már egyéni mérlegeléstől függ, hogy a 13 liter benzinmegtakarítást vagy a másfél óra idő-megtakarítást választjuk.

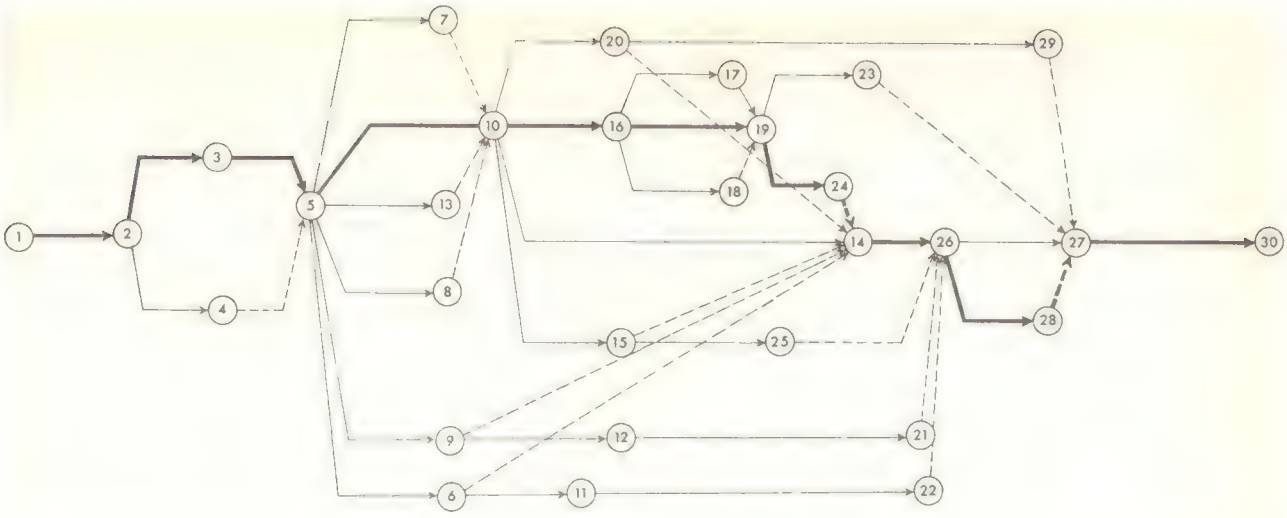
Olvasó Érdekes, még autótúrára sem lehet elindulni számítógép nélkül?

Szerző Mondjuk inkább: előzetes terv nélkül! Legalábbis akkor, ha nem akarsz pénzt és időt pocsékolni. A terv elkészítése viszont sokféle szempont mérlegelését teszi szükségessé. Aki csak a távolságot nézi, és a legrövidebb (*2—6—10—13*) útvonalat választja, az sem idő, sem költség szempontból nem kap optimális eredményt. Természetesen az elmondottak nemcsak az autótúrák megtervezésére vonatkoznak. Hasonló „útvonalértékelést" lehet készíteni más, bonyolultabb feladatok megoldásához is. Minden esetben azonban az egyes útszakaszokhoz hozzátartoznak az idő-, költség- vagy más optimálandó értékek (pl. energiaszükséglet, munkaerő-szükséglet stb.) és azokat az útvonalakat keressük, amelyekre az adott értékek minimálisak (vagy éppen maximálisak). Így értettem azt, hogy az „út megtervezésekor figyelemmel kell lenni az eléréshez szükséges időre és költségekre".

Olvasó Ez nem is annyira bonyolult, mint amilyennek első pillanatra tűnt.

Szerző A legtöbb feladat azonban lényegesen bonyolultabb. Összetett feladatok megoldásához nem 19 szakasz, hanem ennek sokszorosa szükséges. Az ún. tevékenységhálók (amelyek hasonlítanak az előbbi térképünkhöz) több száz vagy több ezer „útszakaszból" (tevékenységből) állnak. Úgy rajzoljuk fel őket a „térképre", hogy az a





tevékenység, amely nélkül egy másik tevékenység nem kezdhető el, az utóbbit mindig megelőzze. (Pl. egy házépítésnél a „falak felhúzása" tevékenység nélkül a „villanyszerelés", a „víz- és gázszerelés" tevékenységek nem kezdhetők el, de ez utóbbi tevékenységek már egyidejűleg is végezhetők; tehát ezek már párhuzamos „út-szakaszok".)

Olvasó Ez azért más, hiszen itt minden útszakaszon végig kell haladni, s nem csak egy útvonalat kell meghatározni.

Szerző Ennyiben valóban más, de abban megegyezik, hogy figyelmünket itt is elsősorban egy útvonalra, az ún. *kritikus útra* kell fordítanunk. Ez az az útvonal, amelyen valamilyen szempont szerint (most nem a legkisebb, hanem) a legnagyobb értéket kapjuk. A tevékenységhálónak ugyanis csak egyik feladata: előre felmérni a tevékenységek sorrendjét és úgy irányítani a munkát, hogy az egymással párhuzamosan végezhető tevékenységek ne zavarják egymást, az előzetesen elvégzendő tevékenységek pedig ne akadályozzák a későbbi munkát. A másik feladata: figyelemmel kísérni a „kritikus tevékenységek" útvonalát. Elsősorban az ottani időt és/vagy költséget és/vagy energiafelhasználást kell csökkenteni, hiszen ezzel az EGÉSZ tevékenységen javítunk. Különösebb magyarázat nélkül is követni tudod ezen a tevékenységhálón az elmondottakat. A vastagon kihúzott vonal az (időtartam szerinti) kritikus út. A többi tevékenységnél megfelelő tartalékidővel is rendelkezünk, de ha a kritikus úton „megcsúszik" a végrehajtási idő, akkor az EGÉSZ határideje is késni fog.

Olvasó Hogyan lehet emberi aggyal követni az ilyen hálót, különösen, ha — miként mondtad — több ezer szakaszból is összetevődhet.

Szerző Ehhez is a számítógép nyújt segítséget, amellyel nemcsak előzetesen értékelhető a hálóterv, de — a végrehajtással párhuzamosan — újraértékelhető és az irányításhoz szükséges intézkedésekre naprakész információt kapunk. Ennek részletezése azonban már messze vezetne. De talán ennyi is elég volt ahhoz, hogy a „CÉLBA VEZETŐ ÚT" megtervezésének néhány, a mindennapi technikában rendszeresen alkalmazott módszerébe bepillantást nyerjünk. A *tervszerűség* a technika egyik legfontosabb, a mindennapi munkában nélkülözhetetlen jellemvonása.

4. Az alkotó fantázia

Minden alkotó emberi tevékenység feltétele:

— Nyitott szemmel járni a világban; felismerni a problémát, a megoldásra váró feladatot.

— Tervszerűség és pontosság a munkában: a feladat felbontása egymással kapcsolódó részekre, a részfeladatok pontos és lelkiismeretes megoldása.

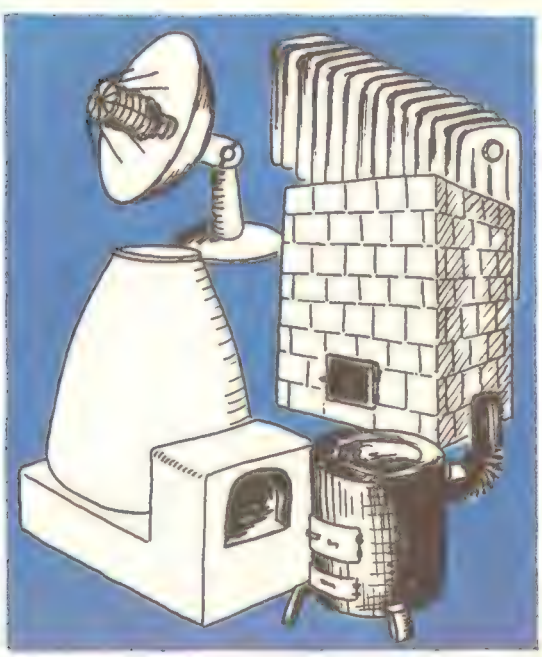
Problémafelismerésre, tervszerűségre és pontosságra nevelhetjük önmagunkat, de az alkotáshoz, az új feltalálásához ötletekre, ötletdús fantáziára is szükség van. Ez pedig — sokak szerint — éppúgy tehetség kérdése, mint a szobrászat, a festészet vagy a zeneszerzés. Anélkül, hogy elvitatnánk a „Nagy Feltalálók" különleges adottságait, meggyőződésünkké kell hogy váljon: *minden* ember fejlesztheti magában az alkotóképességet.

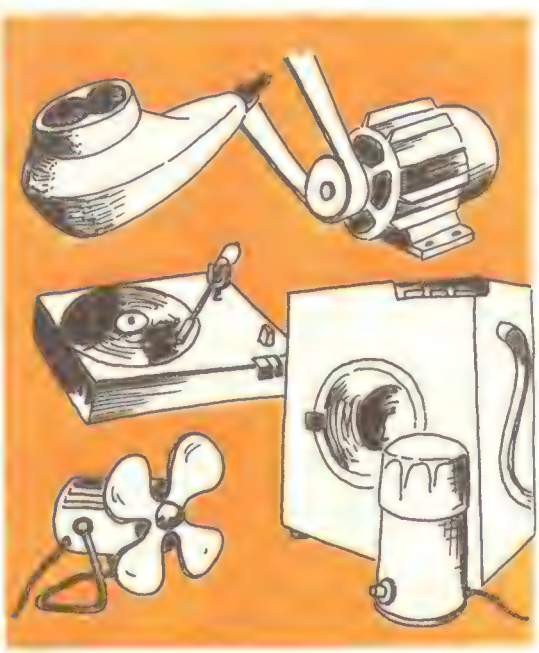
„Lángerő kevésnek adatik;" — írja Kölcsey Ferenc — „azonban minden egészséges lélek hosszú szorgalom által más tudományát, tapasztalását, példáját magáévá teheti; helyesen ítélni s pontosan egybehasonlítani megtanulhat; s vizsgálat és gyakorlatnál fogva a teremtő lelket ha el nem érheti, hozzája legalább közelíthet."

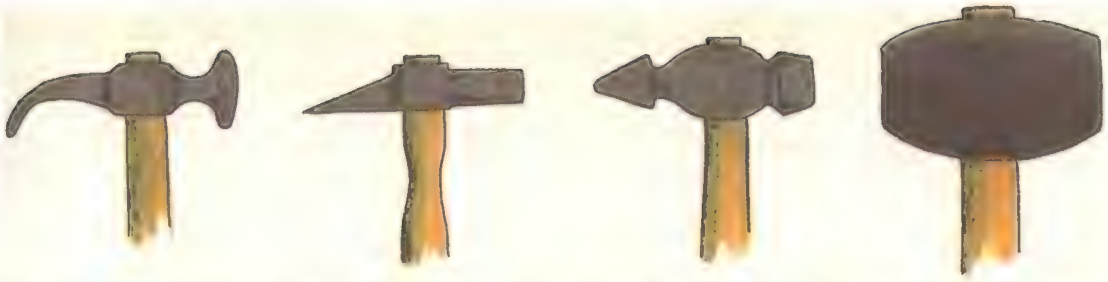
Amikor a technikai alkotás „mesterségét" akarjuk megtanulni, mindenekelőtt meg kell szoknunk, hogy környezetünket ne csak rendszerezzük, hanem „variáljuk" is; pl. ilyen kérdéseket feltéve önmagunknak: Milyen eszközökkel lehet ugyanazt a célt elérni? Hányféle cél elérésére alkalmas ugyanaz az eszköz?

Az egyik rajzon — csak példaképpen — különböző eszközöket látunk, amelyeknek ugyanaz a rendeltetése: a fűtés. A másik rajz viszont ugyanazon eszköz — a villamos motor — különféle alkalmazási lehetőségeit mutatja.

Ez a szemlélet tudatosan fejleszthető, ha — szinte játékként — előbb összeírunk néhányat a környezetünkben található technikai eszközök közül, mindegyik mellett







feltüntetve rendeltetését. A játék következő lépése: ki tud több olyan eszközt összeírni, amelynek ugyanaz a rendeltetése. És megfordítva: hányféle célra lehet (esetleg kisebb módosításokkal) ugyanazt az eszközt felhasználni? Érdemes végiggondolni azt is, hogy az azonos rendeltetésű eszközöknek egyenként mi az előnyük, ill. hátrányuk a többivel szemben; mikor és milyen szempontok szerint választjuk egyiket vagy másikat?

A technikai feladatokat — általában — az jellemzi, hogy nem egyetlen helyes megoldásuk lehetséges. A lehetséges megoldások közül a legmegfelelőbb kiválasztása mindig az adott körülményektől (a „magasabb" rendszer céljaitól, a kiválasztást végző személy szempontjaitól) függő DÖNTÉS eredménye.

Az alkotás folyamatát vizsgáló pszichológusok* behatóan elemzik a tudósok és feltalálók munkáját; igyekeznek összeállítani azokat a legfontosabb kérdéseket, amelyekkel az alkotó gondolkodók megközelítik feladatuk megoldását. Egy lehetséges kérdésgyűjtemény pl. a következőket tartalmazza:

Alkalmazni kell-e az adott tárgyat, folyamatot más célokra? Fel lehet-e használni saját céljainkra? Milyen más célokat szolgálhat?
Létezik-e még valami hasonló? Milyen útmutatásokat kapunk a múltból? Mit lehet lemásolni? Mit kell változtatni? A színt? A mozgást? A hangot? Az illatot? Az alakot? A formát?
Növelni kell? Méretet? (Magasságot, hosszúságot, vastagságot?) Hozzá kell adni valamit? Az egészet megkettőzni, esetleg sokszorozni?
Csökkenteni kell? Méretet? El kell venni valamit? Az egészet részekre osztani? Miniatürizálni? Súlyt csökkenteni?
Valamit helyettesíteni kell? Alkotórészeket? Nyersanyagot? A folyamatot? Az energiaformát?
Át kell állítani? Alkatrészeket felcserélni? Megváltoztatni a rendszer belső kapcsolatait? Megváltoztatni a sorrendet? Megváltoztatni az ütemet? Pozitív értéket negatívra? Az egészet a feje tetejére? A bemenetet és a kimenetet felcserélni? Oldalakat megfordítani? Tükörképet venni?
Össze kell kapcsolni? Alkatrészeket? Folyamatokat? Célokat? A különböző szakterületek elgondolásait?
Külső formát változtatni? Áramvonal? Modern? Szép? Feltűnő? Beilleszkedik a környezetébe?

Nem lehet — mindenre érvényes — általános sémát adni az „alkotás kérdései"-re. Tulajdonképpen mindenkinek magának kell összeállítani (az adott feladattól füg-

* *Pietrasinski* idézett művében (l. 243. oldal) több ilyen vizsgálatot ismertet, köztük a legrészletesebb kérdésgyűjteményt *Osborn, A. F.:* Applied Imagination. New York, 1953. könyve alapján.

gően), hogy mit tekint fontos, lehetséges, megfontolandó szempontnak. Egy ilyen sématípus segíthet a kérdések összeállításában, de — mint minden séma — káros is lehet, ha mereven, gondolkodás nélkül akarjuk ráhúzni a saját viszonyainkra.

Az azonban általában igaz, hogy a technikai alkotáshoz mindig a „régi"-ből, a meglevőből indulunk ki és egyidejűleg kell két (látszólag ellentétes) álláspontot képviselni:

— ismerni és felhasználni a régit;

— szakítani a régivel.

Ez a kettősség azonban valójában egymásnak nem ellentmondó nézet.

Einstein írja: „A feltaláló olyan ember, aki a már ismert berendezések új kombinációját találja meg. Ismeret nélkül nem lehet feltalálni, mint ahogy nem lehet verset írni, ha nem ismerjük a nyelvet."

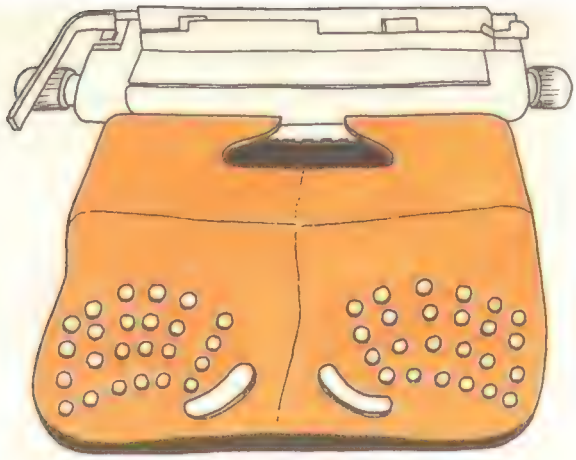
Edison véleménye: „Amikor valamit fel akartam találni, mindannak tanulmányozásával kezdtem, amit az elmúlt időben az adott kérdés kapcsán megalkottak."

Pekelisz* így jellemzi a Lenoir-motor szabadalmat (amiről az előző fejezet „12. Egy igaz történet" pontjában írtunk): „A gép dugattyút használ, amit Street szabadalmaztatott; közvetlen és kettős működésű, mint Le Bon gépe, a gyújtáshoz elektromos szikra szolgál, mint Rivet gépében. Samuel Brown vízhűtéses hengerét kölcsönzi; illó szénhidrogénekkel képes működni, amit Erskine-Hazard ajánlott." Akkor mi ebben az új? A különböző elgondolások újszerű összekapcsolása működő és hasznos szerkezetté!

Az új ötlet persze nem jelenti feltétlenül csak a meglevők változtatását, az ismert elemek újfajta összekapcsolását. Lehetnek egészen szokatlannak tűnő, első pillanatban „vad" ötletek is.

Ma már közismert pl. a Wankel-motor, amely gyökerében szakított a dugattyús robbanómotorok szerkezeti elvével.

* *Pekelisz, V.:* A kibernetika érdekes kérdései. Gondolat—Mir, 1976. 228. old.



Néhány éve az írógépek megszokott szerkezetét is „veszély" fenyegeti. Az új típusú gömbfejes írógépekben a papír mozdulatlan, a betűk egy gömbfelületen helyezkednek el, és a billentyűk leütésének sorrendjétől függően ugrik a megfelelő betű a megfelelő helyre. Ma már a billentyűk elrendezésével is szakítani akarnak. Néhány éve angol és nyugatnémet tervezők újabb rendszerrel jelentek meg. A tervezéskor két dologra kellett ügyelni. Az egyik az, hogy a betűk az ujjak számára könnyen és fáradság nélkül elérhetők legyenek, a másik az, hogy az egyes betűk ne legyenek olyan közel egymáshoz, hogy leütés közben az ujj esetleg két billentyűt érintsen. A képen is látható elrendezésben maximálisan 85 billentyű alkalmazható. A kísérletek szerint az új elrendezés számottevően csökkenti a begyakorláshoz szükséges időt és a gépírónők kevésbé fáradnak el, annak ellenére, hogy a sebesség elég tekintélyes módon növekszik. Legalábbis ezt állítják a tervezők és azok a gyárak, amelyek elhatározták, hogy megszüntetik a billentyűk hagyományos elhelyezését és új típusú gépeket fognak gyártani.

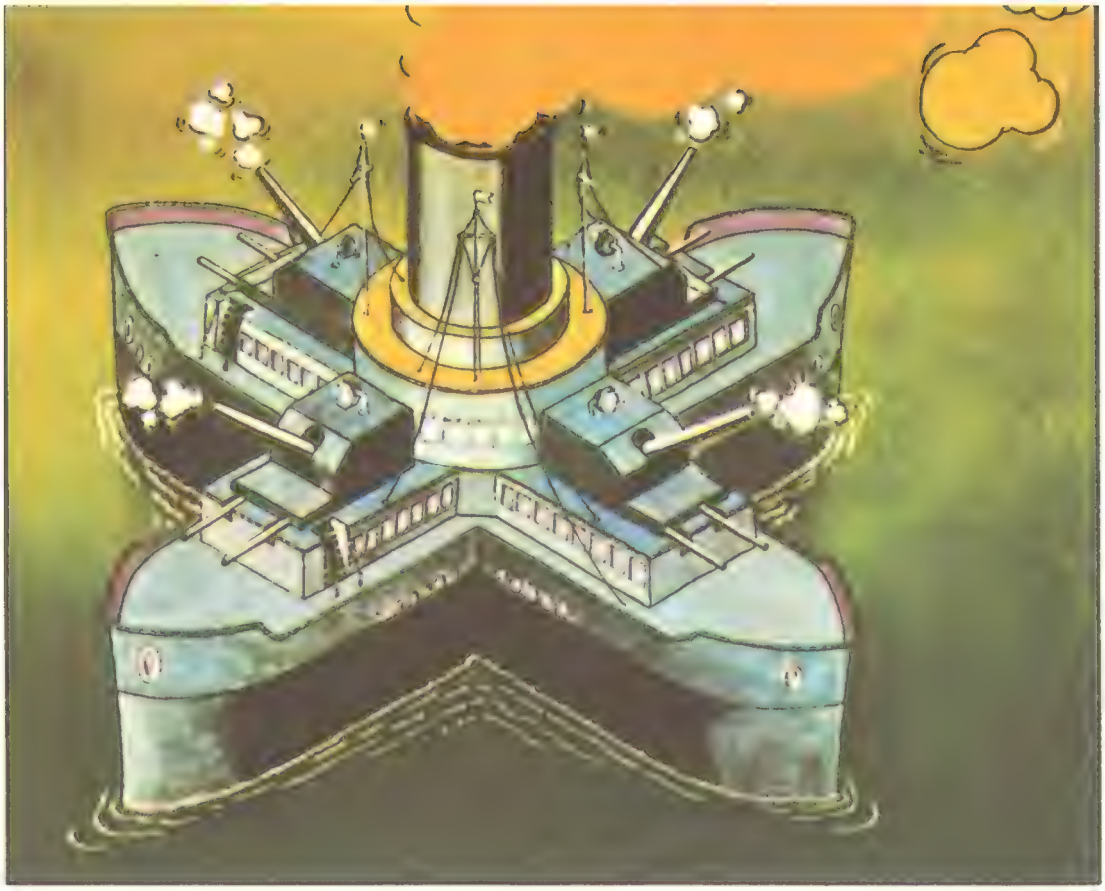
Az ötletek „vadsága" fokozható, egészen a lehetetlenig*. Kedves és humoros kigúnyolása a lehetetlen és értelmetlen ötleteknek Wilfried Gebhard stuttgarti grafikus „furfangos hajók" sorozata, amelyből (túloldali) képünk a négyorrú cirkálót mutatja.

Hol van hát a határ a lehetetlen és a lehetséges között? Hol van a határ „mindenbe beletörődő" és az „alkotóan újat kereső" között?

Egy mondatban: egyik oldalról a problémafelismerő képesség és a megoldás során szabadon szárnyaló, ötletdús fantázia; — a másik oldalról a természeti és társadalmi törvények ismerete, az azok által megszabott kötöttségek és korlátok figyelembevétele.
Mi gátolja a legtöbb emberben az alkotó készség kifejlődését?
Egyetlen szóval: a megszokás.

---

* A képtelen ötletek egész tárházát gyűjtötte össze *Beck Mihály:* Tudomány—áltudomány (Akadémiai Kiadó, Budapest, 1977.) c. könyvecskéjében, bemutatva azt is, hogy a gátlástalan és kritikátlan fantázia milyen károkat okozhat a tudomány és a technika fejlődésének.

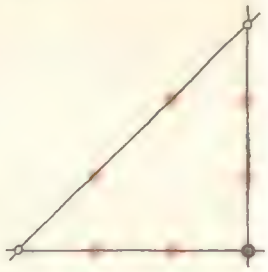


A megszokott feltételek

Talán sokan ismerik ezt az egyszerű feladatot: Kössük össze *négy* egyenes szakasszal ezt a kilenc pontot anélkül, hogy felemelnénk a papírról a ceruzát!

Mi az ami akadályozza a feladat megoldását? Egyfajta megszokás: mintha a 9 pont a feladat megoldásának keretét is jelentené. Próbáljuk „egyszerűsíteni" a feladatot. Kössük össze *három* egyenes szakasszal a következő hét pontot!

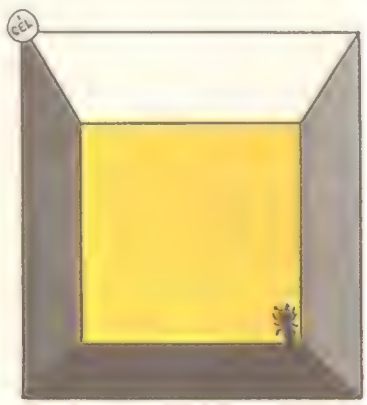
Ugye így már egyszerűbb? Vagy mégsem? És ha kiegészítjük két „segédponttal" az ábrát?



Ezt már igazán egyszerű három vonallal összekötni, hiszen ez egy háromszög! Hogy a két o kívül van a pontokon? Senki sem mondta, hogy az egyenes szakaszok milyen hosszúak legyenek!

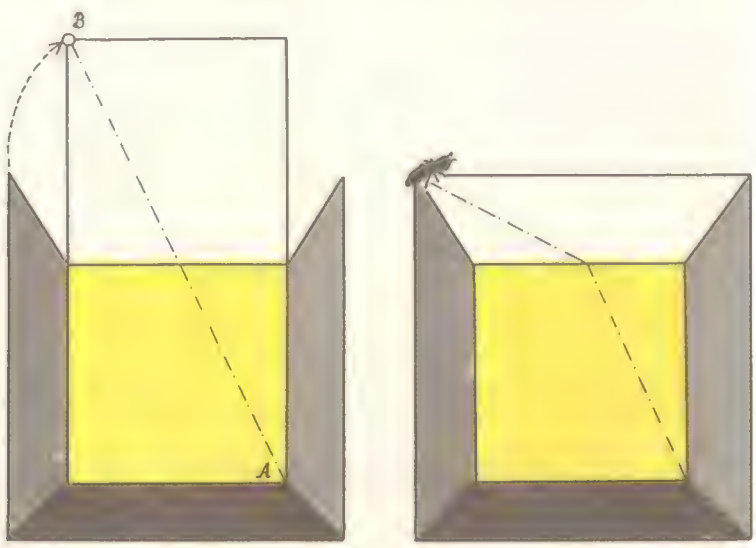
Ezután már a kilenc pont összekötése sem probléma! Csak a „megszokott feltételekkel" kellett szakítani!

Egy másik példa: egy kocka alakú szoba egyik sarkából a mennyezeten szemben levő másik sarokba kell eljuttatni egy hangyát a legrövidebb úton.



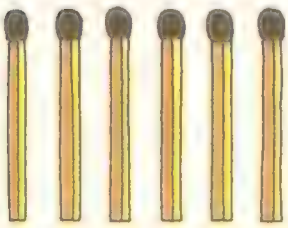
A legrövidebb út nyilván a testátló. Igen ám, de a hangya nem tud repülni. Milyen úton haladjon?

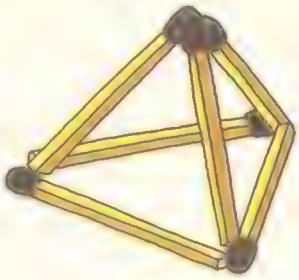
A megoldás egyszerű: „Kibontjuk" a falakat, síkba kiterítjük; s az *A* pontból a *B* pontba vezető egyenes szakasz a falakon kirajzolja a hangya legrövidebb útját.



Még egy (talán ismert) feladat: 6 gyufaszálból 4 darab egybevágó háromszöget kell alkotnunk.

Ne próbálkozzunk a síkban, úgy sem fog sikerülni! Az előbbi példánál a térbeli feladatot síkbelivé egyszerűsítettük; most pont megfordítva kell eljárnunk.



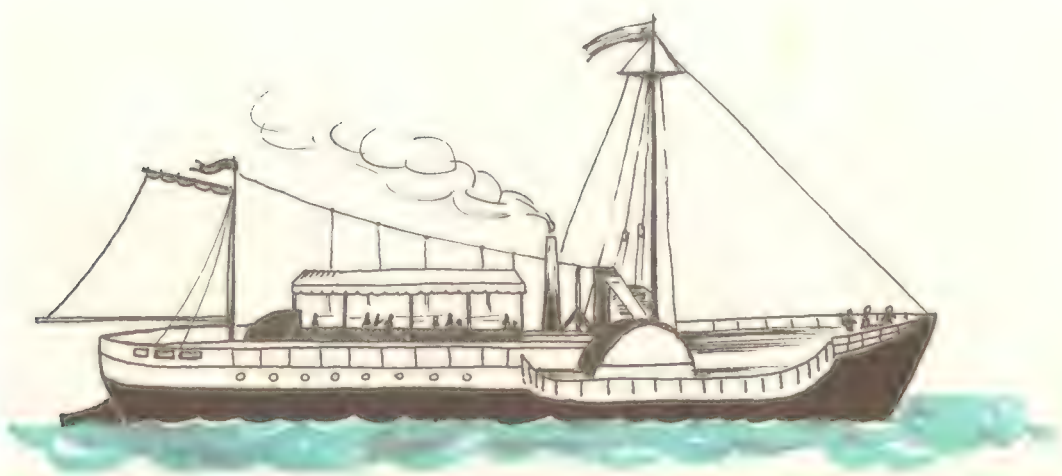


Igen! A megoldás a tetraéder.

Ezernyi példája van annak, hogyan születtek nagy találmányok a mindenki által megszokott feltételekkel (kötöttségekkel) szakítva, annak felismeréséből, hogy ezeket a megszokott feltételeket egyszerűen nem szükséges figyelembe venni.

Évekig keresték a nitroglicerin nevű, borzalmas erejű, folyékony robbanóanyag megfékezésének titkát, de mindig azzal a feltétellel, hogy magát a nitroglicerint valamilyen zárt edényben kell tartani és az edény formáját, anyagát kell változtatni. Nobel szakított ezzel a feltétellel: szivacsos-porózus anyaggal szívatta fel a folyadékot és megszületett a dinamit.

Watt találmánya egyre több embert ösztönzött arra, hogy gőzgépesítse a hajóközlekedést. Abban az időben a hajókat vitorlák és evezők hajtották (pontosabban: a szél és az ember energiája). Kísérleteztek gőzzel hajtott evezőkkel — sikertelenül. Csak Fulton találmánya, a már régen ismert lapátkerék és a gőzgép összekapcsolása tudta megoldani a problémát: megszületett a „Clermont", amely 1807. augusztus 11-én 226 km utat tett meg, 8,3 km/h sebességgel.



A megszokott funkció

A tapasztalat és a tanulás eredményeként az ember megismeri környezetének tárgyait és e tárgyak rendeltetését. Ez jó! A baj csak ott kezdődik, amikor el sem tudja képzelni, hogy az a „bizonyos" másra is jó, másra is felhasználható.

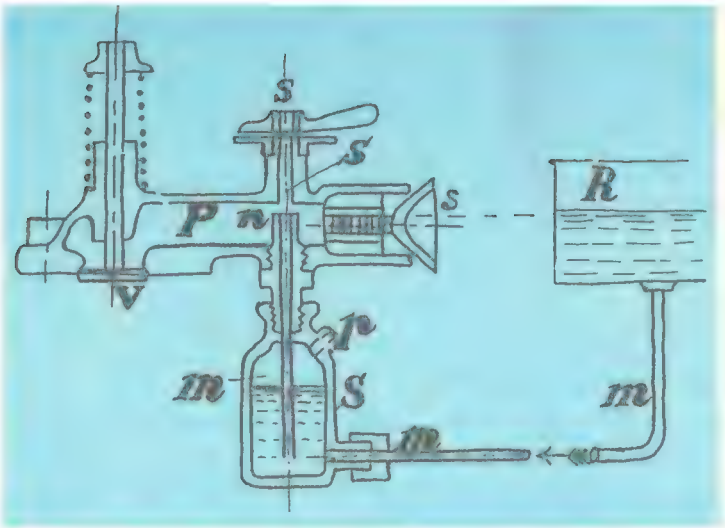
A fémöntés esetén a forma rendeltetése az, hogy mozdulatlanul állva magába fogadja az olvadt fémet. Ily módon azonban nem lehet nagyméretű, vékony falú idomokat önteni. Egy szovjet találmány* úgy oldja meg a problémát, hogy az olvadt fémet egy csövön vezetik be és a forma halad fokozatosan lefelé. Ezzel a módszerrel többméteres, vékony falú öntvényeket állítanak elő.

Hosszú ideig problémát jelentett a motorokba juttatott tüzelőanyag és levegő minél tökéletesebb keveredése. Sokféle megoldással próbálkoztak, de kielégítő eredményt sem tudtak elérni. Végül egy egyszerű szerkezetnek az eredetitől eltérő felhasználása vezetett (1893-ban) a mai napig is korszerű megoldáshoz. Horváth** így írja le az ötlet megszületését:

„A porlasztó ötlete a Múzeum körúton villant fel Csonka János képzeletében, amikor Bánki Donáttal a Múzeum kávéház felé ballagtak. Csonka a Múzeumkert sarkán megpillantott egy virágárus leányt, aki parfümszóróra emlékeztető fúvókájával szétporlasztott, ködde oszlatott vizet fújt a virágokra... Az ötlet kifejlesztése, a szívóhatáson alapuló porlasztó, már azon az éjszakán megszületett Bánki rajztábláján. A két jó barát ezzel a találmánnyal minden hasonló találmányt világviszonylatban is megelőzött."

* Izobretatel'i racionalizator. 1962. 4. sz. 10—11. old.

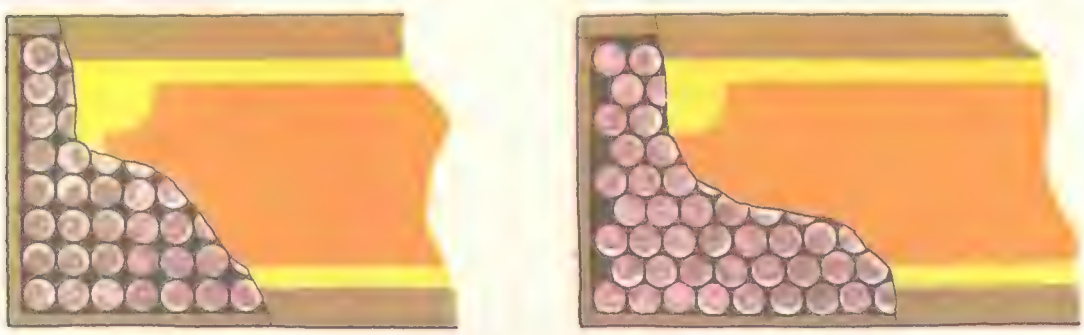
** *Horváth Árpád:* Nagy vállalkozások. Gondolat. Budapest, 1976. 175. old.



A megszokott rendeltetéstől eltérő felhasználás egyik szellemes példája Tomilov leningrádi mérnök találmánya: Az elektronika miniatürizált keramikus alkatrészeit (pl. kondenzátorokat) többek között csiszolni is kell. Hogyan lehet felerősíteni a kerámia testeket a csiszológéphez? Mechanikusan igencsak bonyolult ilyen kis alkatrészeket megfogni. A kerámia nem mágnesezhető és a rácsos forma miatt a vakuum-felfogás sem alkalmazható. Marad a ragasztás: gyantával, parafinnal vagy sellakkal. Drága eljárás és utána a ragasztóanyagot is el kell távolítani. Tomilov merész újítást alkalmazott: a ragasztóanyagot közönséges vízzel (!) helyettesítette. A benedvesített kerámia testek a szerszámgép lehűtött felületére kerülve odafagynak: a befogás szilárd. A köszörülés befejezése után langyos vízzel egyszerűen lemossák a kész munkadarabokat. Víz — mint ragasztóanyag! Mi ez, ha nem gyökeres szakítás a megszokott funkcióval*.

A megszokott forma

Egy-egy feladat megoldását sok esetben gátolja a megszokott formákhoz való ragaszkodás. Egy egyszerű példa: Van egy dobozunk, amelyben egymás mellett 25, egymás fölött 8 szivar fér el. Maximálisan hány szivart lehet elhelyezni a dobozban? Az igaz, hogy $8 \cdot 25 = 200$, de egy kis ötletességgel 221 darabot is elhelyezhetünk! Csak éppen szakítani kell az „egymás fölött—egymás mellett" formával.



* *Al'tsuller, G.* idézett művének (234. old.) 125. oldala nyomán.

Kissé nehezebb feladat: Felrajzoltuk egy sorozat első három tagját. Hogyan néz ki a 4. és 5. tag?

Első pillanatban értelmetlennek tűnik a feladat. A látott forma semmiféle „sorozatszabályosságot" sem mutat, ha... Ha nem ismerjük fel az ún. tükörszimmetriát. (Takarjuk le az első — az **M** betűhöz hasonlító — tag bal felét! És a másodiknak a bal felét! ... Kész a megoldás!) A megoldáshoz az vezetett, hogy felismertük a látható formában a megoldás szempontjából *lényeges* részt.

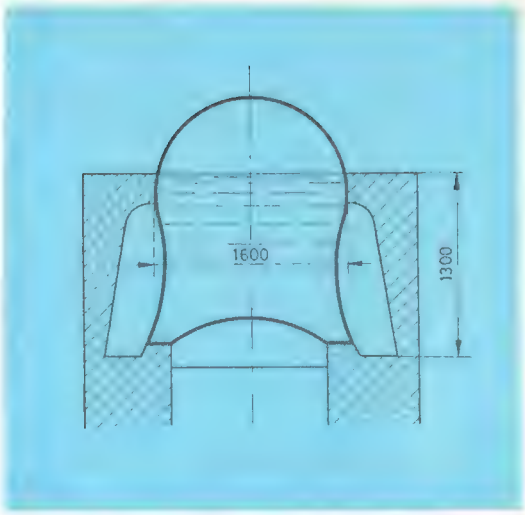
Az első gépkocsikat a régi hintók formájára készítették. (Az 1888-ban készült 1,5 LE teljesítményű Benz háromkerekű kocsija elé, ha lovat fogtak volna, senki sem vette volna észre, hogy gépkocsi.)

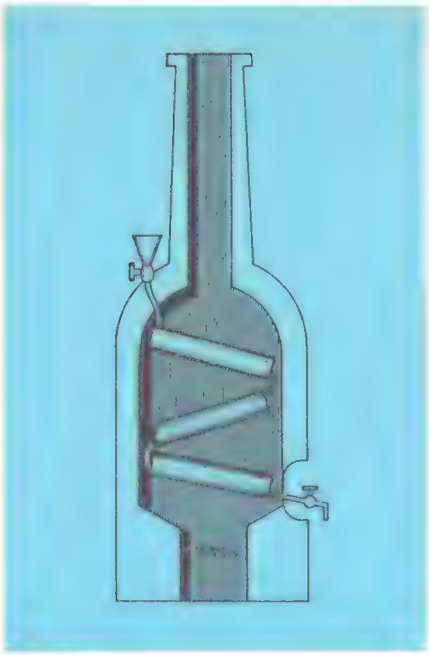
Az első vasalógépekkel az emberi mozdulatokat akarták utánozni. Óriási karok, nehézkes szerkezet volt az eredmény. A modern vasalógépekben semmi sem mutat a vasaló formájára.

Az olajat és a földgázt csővezetékeken továbbítják. Egy helyen a tervezőknek egy nagy szakadékot kellett áthidalniuk. Árkot ásni vagy hidat építeni a csővezeték részére nagyon költséges megoldás lett volna. Ha a szakadék szélén felfüggesztik a csövet, akkor az túlságosan meghajlott volna önsúlyától; ami nagyon veszélyes. Hogyan lehet viszonylag olcsó és mégis hatékony megoldást találni? Azt jól tudták hogy az **I** keresztmetszet (amilyen a vasúti sín is) a lehajlásnak legjobban ellenálló forma. De az **I** nem **O**! Akkor szakítsunk a „csővezeték" szóval: az olaj- és földgázvezeték (egy szakaszon) ne legyen csőből. A megoldás: a több kisebb csőből összehegesztett **I** keresztmetszetű önhordó vezetékszakasz lett.

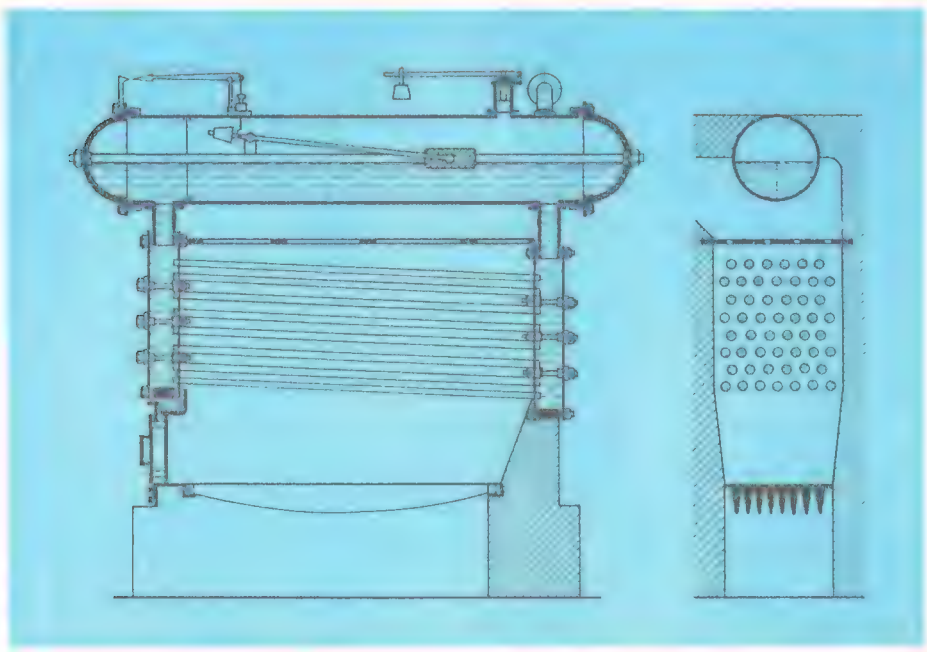
Megszámlálhatatlan azoknak az újításoknak, találmányoknak a sora, amelyek az addig szokásos formákat megváltoztatva tették lehetővé a fejlettebb szerkezet kialakítását.

A gőzkazánok fejlődésének útja is példája a régi formákkal szakító, kezdetben merésznek tűnő szerkezeti változtatások egész sorozatának. A XVIII. század első felében még uralkodik a „fazékforma", de már megjelenik a „vízcsöves" kazán kezdetleges formája, amely inkább hasonlít egy pálinkafőzőhöz, mint a korábbi kazánokhoz. Az ún. lángcsöves kazán gyökerében szakít a korábbi formával: a fazék helyébe lépő hatalmas henger tengelye nem függőleges, hanem vízszintes;



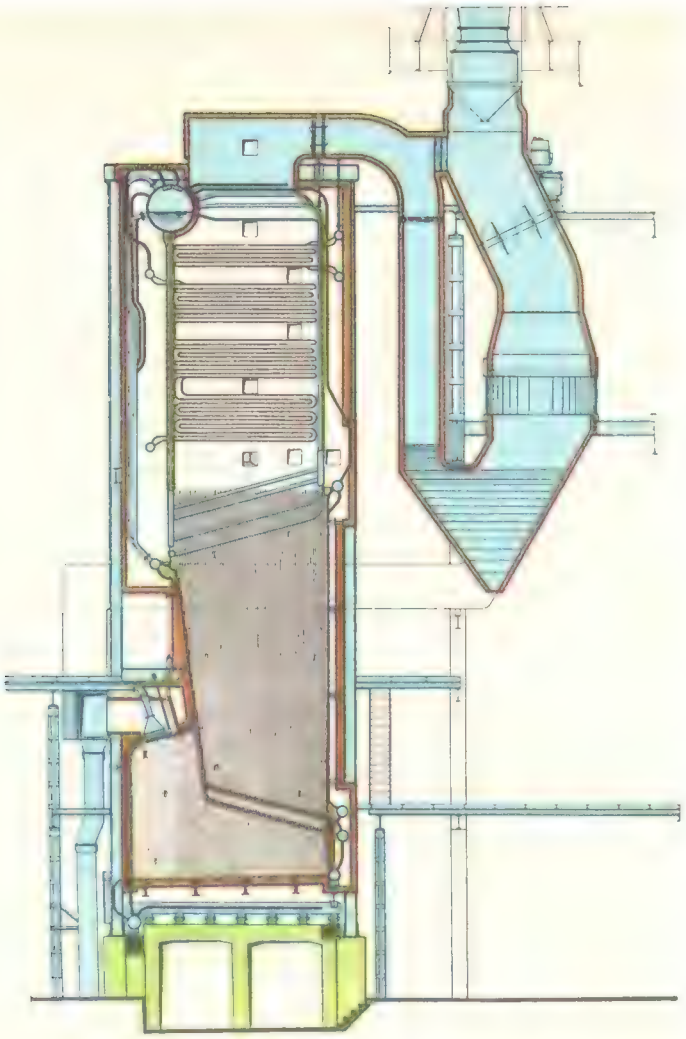


a láng és az égéstermékek nem kívülről, hanem belülről hevítik a hengerben levő vizet. Újabb lépés; a tűzcsövet elválasztják a füstcsőtől; az égéstermék sok kis csövön keresztül áramlik és ezzel meggyorsul a hőátadás folyamata.



A múlt század közepén merészen egyesítik a vízcsöves és a nagy vízterű kazánok előnyeit: megszületik a kétkamrás vízcsöves kazán. Néhány évtizede a ferde vízcsövek helyett meredek (függőleges) csöveket alkalmaznak, azzal borítják a falakat. A 70-es évek korszerű kazánja már csak funkciójában hasonlít a Watt korában épített őseihez.

És folytathatnánk a példák sorát a századeleji repülőgépektől a csapott szárnyú, többszörös hangsebességgel száguldó vadászgépekig; az első detektoros rádióvevőktől a mai tranzisztoros készülékekig; Bell telefonjától a legmodernebb készülékekig



vagy éppen a Pascal által alkotott „számítógéptől" a zsebkalkulátorokig. A technika fejlődését a formák fejlődésén is nyomon követhetjük és a cél újabban már nemcsak a hatékonyabb működés, hanem a szépség is*; új szakma jelent meg: az ipari formatervezés, amelynek művészi alkotásai mindennapos használati tárgyainkak a lehető legcélszerűbb és egyben a szemet is gyönyörködtető formát varázsolnak.**

* Az építészetben az esztétika már évezredek óta alapvető tervezési szempont!

** Az ipari formatervezés rendkívül érdekes és képekkel gazdagon illusztrált történeti áttekintése *W. Braun—Feldweg:* Ipar és forma című, a Corvina Könyvkiadónál 1978-ban megjelent könyve.

A megszokott anyagok

Gyakran csak úgy lehet előbbre jutni, a korábbinál fejlettebb eszközt alkotni, ha az alkalmazott anyag fajtáját cserélik fel egy másik fajta anyagra. (A „ragasztóanyagként" használt víz már említett példája is a megszokott anyaggal való szakítás.)

Minden megszokott feltétel, az évezredes tapasztalat azt „parancsolta", hogy úszó testet (hajót, csónakot, tutajt stb.) csakis a víznél könnyebb anyagból lehet készíteni. A múlt század közepén ezzel a nézettel gyökerében szakítottak; vasból készítettek hajót! „Sokan valóságos istenkísértésről beszéltek, amikor az első ilyen hajókat vízre bocsátották" — írja Czére*.

A XIX. század vége felé elfogadott volt, hogy a villamos izzólámpákban kis ellenállású anyagokat kell használni izzószálként. Edison szakított ezzel a felfogással: 1879-ben szabadalmaztatott izzólámpájában nagy ellenállású (elszenesedett gyapotszálból, később bambuszcsíkból készített) izzószálat használt. Két magyar kutató, Juszt Sándor és Hanamann Ferenc továbblépett: az izzószálat elszenesedett növény helyett fémből: wolframból készítették. Újabb tökéletesítés, mikor Bródy Imre felismeri: az üvegburába kriptongázt kell betölteni. (Az eredmény: 1 W teljesítményre Edison lámpája 3 lm, a kriptontöltetű, wolframszálas lámpa 20 lm fényerősséget szolgáltatott.)

A modern építőipar tömeggyártása a hagyományos (kő-, fa- vagy tégla-) anyagokkal ki sem alakulhatott volna. Az épületek túlnyomó többsége ma már betonból, fémből és műanyagból épül.

Ki ne mosolyogna ma már egy olyan állításon, hogy „ruházkodásra csak a selyem, a pamut, a gyapjú, a bőr és a szőrme alkalmas". Hiszen ruházkodási cikkeink túlnyomó része ún. műanyagból készül, amelynek első változatát, a nylont századunk harmincas éveiben találták fel. Azóta a műanyagot olyan helyen is használják, ahol korábban a „megszokott" anyagfajták leváltása elképzelhetetlen volt. Gépkocsikarosszériák, hajótestek, fogaskerekek, szerszámok, evőeszközök... (Ezt a sort valóban lehetetlen lenne végigvezetni. A műanyagok — szó szerint — minden területre bevonultak.)

Felismerni a hasonlóságot

A meglevő kritikus szemlélése, bátor szakítás a megszokással (ha ez a felismert probléma megoldását akadályozza) az alkotóképesség egyik fontos jellemvonása. A megoldásra vezető ötletet azonban az ember a hasonlóság (az analógia) felismerésével kapja.

Gondoljunk csak néhány „nagy ötletre":

Gutenberg gyökerében újat alkotott, de a betűöntéshez a fatáblától, a pénzverésnél használt mintáktól, a kézisajtóhoz pedig a szőlőpréstől kapott ötletet.

---

* *Czére Béla:* „Most az ember is repül" c. cikkében (Minerva Nagy Képes Enciklopédia, 3. köt. 129—158. old.) a közlekedés fejlődésének, az új találmányok megszületésének és sorsának képekkel is szemléltetett ismertetését adja.

Bánki és Csonka a parfümszóró analógiájára alkotta meg a karburátort.

Emlékezzünk vissza: Keller a darázsfészek szemlélésekor jött rá a fából készített papiros „titkára".

Kepler, a történelem egyik legnagyobb csillagásza írta: „Én különösen szeretem a hasonlóságot, a természet titkainak legfőbb tanítóját."

A hasonlóság felismerése, az egyik helyen sikerrel alkalmazott megoldások átvitele egy másik helyre, az alkotás egyik legnagyobb művészete. A tudomány azonban ebben is segíti az embert, a technikát. Nemcsak a hasonlósági módszer, a modellezés (a következőkben még sorra kerülő) tudományáról van szó, hanem arról az — utóbbi évtizedekben kialakult — tudományágról, amely tudatosan tanulmányozza az élővilágot „azzal a céllal, hogy korszerűsítsük a jelenlegi technikai rendszereket, vagy újakat, még tökéletesebbeket alkossunk"* az élővilág által nyújtott analógiák felhasználásával. Ez a tudományág a bionika.

Ennyit az alkotó fantáziáról, bár a téma szinte kimeríthetetlen. Hisz, ha vannak is *közös*, általános törvényszerűségei az alkotásnak, minden egyes alkotás magán viseli létrehozójának sajátos, egyéni vonásait. Az embert (és még inkább az alkotás folyamatát) nem lehet uniformizálni. „Zárszóként" álljon itt egy szakértő sommás véleménye. Az alkotóképesség (az ún. kreativitás) pszichológiájával foglalkozó könyvében írja Erika Landau: „A kreativitás egyik legfontosabb feltétele az a készség, hogy mindig újrakezdjük, és semmit se lássunk végérvényes vagy lezárt folyamatnak" (A kreativitás pszichológiája. Tankönyvkiadó, Budapest 1976. 124. old.).

Az alkotás útja

Olvasó Szinte kedvet kapok arra, hogy azonnal feltaláló legyek. Bár azt hiszem, ehhez a kedv még nem elegendő!

Szerző Persze, hogy nem! Megfelelő tudással, felkészültséggel is kell rendelkeznie annak, aki valóban újat akar alkotni.

Olvasó Ennek ellentmond az, amit egy Edisonról szóló angol filmben láttam és hallottam. Azt bizonygatták, hogy a felsőfokú képzettség a nagy Edisont csak hátráltatta volna. „Olyan esetekben, amikor a képzett mérnök már megállt volna" — mondotta az egyik szereplő — „Edison nyugodtan tovább ment és megtalálta a megfelelő megoldást."

Szerző Nem egészen így van! Egyrészt: Edison korát már rég túlhaladtuk; századunk végének technikai problémái összehasonlíthatatlanul bonyolultabbak azoknál, amelyeket Edison oldott meg. Másrészt: a problémák csak az előtt „mutatkoznak meg", aki megfelelő előzetes ismeretek, képzettség, felkészültség birtokában van. Minél gazdagabb és rendszerezettebb a felhalmozott tudáskészlet, annál sokrétűbb és finomabb a problémaérzékenység is. Edison ragyogóan ismerte korának szükségleteit, észrevette, hogy a meglevő eszközök, a rendelkezésre álló lehetőségek

* *Berg, A. I.* szovjet akadémikus szavait *Greguss Ferenc:* Eleven találmányok c. könyvének (Móra, 1976.) előszava idézi. A könyvben az élőlények működését felhasználó technika érdekfeszítő és izgalmas példáit találjuk.

a ma és a holnap milyen igényeit n e m képesek kielégíteni. Más szóval: észrevette a megoldandó problémákat és ezekre összpontosította minden figyelmét. Ezt a képességét a mai embernek is át kell vennie.

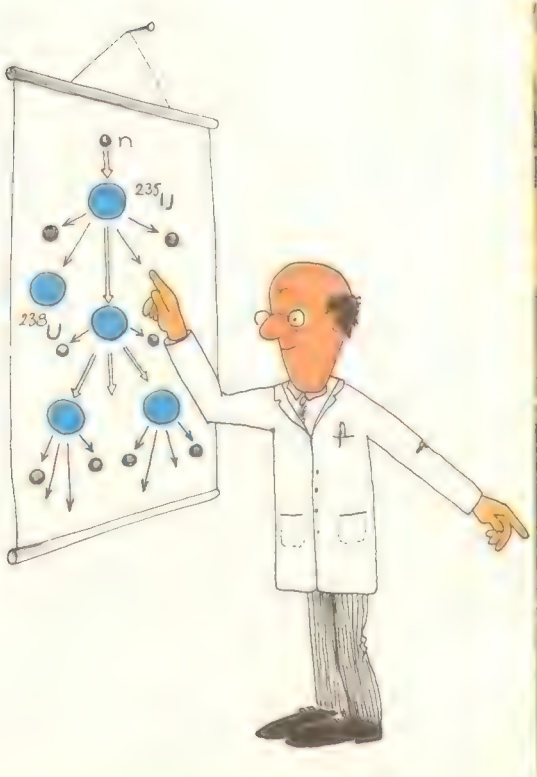
Olvasó Ez az, amit problémaérzékenységnek neveztünk!

Szerző Valóban, s most csak annyit teszünk hozzá, hogy a technikai alkotásnak mindig a múltbeli ismeretből kell kiindulnia. Az *új* technika kialakításával csak az *képes* eredményesen foglalkozni, aki ismeri a *meglevő* technikát. Az is igaz viszont, hogy csak az *akar* foglalkozni az újjal, akinek van elképzelése a jövőről, aki felismeri a meglevő technika és a jövő szükségletei, igényei közötti ellentmondást.

Olvasó „Emlékezni a múltra, elképzelni a jövőt" — ismerősnek tűnnek ezek a szavak. Azt hiszem, a „tizenévesekkel" folytatott beszélgetéseiden mondotta hallgatóid egyike.

Szerző Mégpedig nagyon találóan; s amit az „EMBER" tulajdonságaként említettek, azt nyugodtan kiterjeszthetjük az „ALKOTÓ EMBER" tulajdonságára azzal, hogy nemcsak *emlékszik*, hanem tudományosan *rendszerezi* is a múlt tapasztalatait és nemcsak *elképzeli*, hanem tudatosan és tervszerűen *formálja* is a jövőt.

Olvasó Csak azt nem értem, hogy miért tetted idézőjelbe és írtad nagybetűvel az EMBER-t és az ALKOTÓ EMBER-t?



Mert az embereket, a társadalmat és nem az egyes, különálló egyedeket értettem ezen. Az elszigetelt, egyénileg dolgozó nagy feltalálók kora már régen elmúlt. Igazi alkotásra (a technikában) ma már csak az emberi kollektívák képesek. Együtt kell a problémát és a feladatot is megfogalmazni és együtt kell megoldani. Megfogalmazni: mit és hogyan akarunk, elérni; milyen megoldási eszközöket és utat kell kiválasztani. **Szerző**

Kissé túl tömören fogalmazol, nem gondolod? **Olvasó**

Ezekre a gondolatokra még visszatérünk, bár olyan részletességgel, amely érdeklődésedet kielégítené, ezekkel sem tudunk foglalkozni. **Szerző**

Legalább arra válaszolj, hogy mit értesz azon, hogy „milyen eszközökkel" oldjuk meg a problémát. A feladatmegoldó eszköz az én szememben a körző, a ceruza; vagy — ha kémiáról van szó — egy lombik, egy mérleg és ehhez hasonlók. **Olvasó**

Lényegében a „nagy" technikai feladatok megoldásával kapcsolatban is ilyen értelemben beszélhetünk feladatmegoldó eszközökről. Csak — természetesen — több és bonyolultabb eszközről van szó. Műszerek és számítógépek, kísérleti és félüzemi berendezések, tudományos viták és helyszíni felmérések; mind-mind a feladatmegoldás eszközei. **Szerző**

Van ember, aki ebben a dzsungelben kiismeri magát? **Olvasó**

Minden eszközt egy embernek nem lehet, de nem is kell ismernie. Annyit azonban tudni illik, hogy milyen fajtái, típusai vannak a feladatmegoldásnak. Anélkül, hogy elmélyednénk ebben a kérdésben, lényegében két nagy csoportot különböztetünk meg: számítási és kísérleti módszert. Az elsőbe tartoznak azok az eszközök, amelyekkel a rendszerre — vagy annak egy részére — vonatkozó matematikai összefüggésekből számszerű jellemző értékek határozhatók meg. (Szigorúan véve minden feladatmegoldásnak — végeredményében — mérnöki számításokra alkalmas összefüggéseket kell szolgáltatnia.) A második csoportba tartoznak azok az eszközök, amelyekkel a rendszernek — vagy egy részének — jellemzőit kísérletileg meghatározhatjuk. Ilyen értelemben beszélhetünk *számítási* és *kísérleti* módszerről, ill. eszközökről.* **Szerző**

Amennyire én tudom, ezek közül a kísérleteknek van nagyobb jelentősége. **Olvasó**

Rosszul tudod! A tervezés, a szerkesztés, de még a kutatás terén is nélkülözhetetlenek a számítások. **Szerző**

Akkor hát a számításoknak van nagyobb jelentősége? **Olvasó**

Ne akard egyiket a másik *elé* helyezni! Az alkotó munkában a számítás és a mérés, a gondolkodás és a kísérlet egymástól elválaszthatatlanok, csak együttes használatuk vezethet eredményre. **Szerző**

Nem akarok már vitatkozni Veled, de akár Edisonra, akár a DELTÁ-ban bemutatott laboratóriumokra gondolok, az jut eszembe, hogy a nagy felfedezésekre mindig valamilyen kísérlet során jutottak. **Olvasó**

* Egyes speciális, itt nem érintett megoldási módszerekről lásd pl. Kindler—Papp: Komplex rendszerek vizsgálata, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1977.

Szerző Tudod, erről eszembe jut egy kedves történet. A világhírű, Nobel-díjas angol fizikus, Rutherford egy éjjel benyitott intézetének egyik laboratóriumába. Az ott dolgozó két fiatal fizikustól megkérdezte:

„Mit csinálnak itt éjszaka, tisztelt Uraim?"

Mérünk! — hangzott a válasz.

„És nappal mit csinálnak?"

Akkor is mérünk, Professzor úr!

„Igen?! Éjjel-nappal mérnek? És mikor gondolkodnak?"

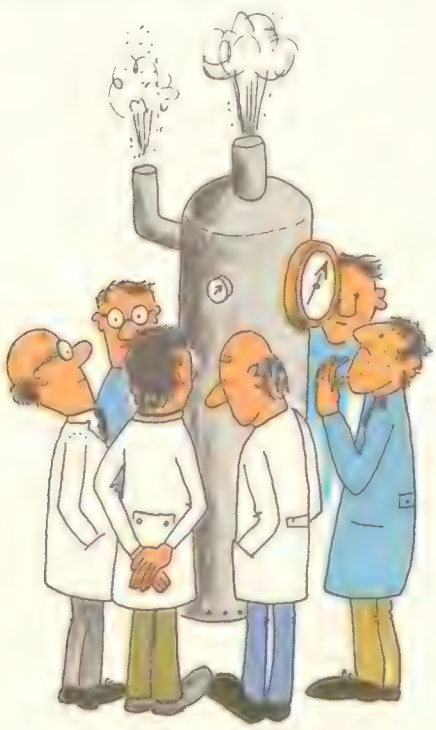
Gondolkodás nélkül, megfelelő elmélet nélkül egyszerűen lehetetlen eredményt elérni. Az viszont igaz, hogy igen gyakran az elméleti módszerek önmagukban nem alkalmasak a feladat megoldására: kísérletekre van szükség.

Olvasó

Helyben vagyunk! Az egész matematizálás, a mérlegegyenletek, az egyértelműségi feltételek, maga a matematikai modell csak arra jó, hogy az elméleti rendszerezést elősegítse. Mégiscsak igazam volt: a gyakorlatban úgyis mérésekkel kell a feladatok többségét megoldani. Próbálgatásokkal addig változtatunk a kísérleti berendezésen, amíg a mérések nem adnak elfogadható eredményeket.

Szerző Ide figyelj, ne kezdjük elölről! Először is: a próbálgatás még nem kísérlet. A csecsemő próbálgathatja, hogy a csörgő ehető-e. A kezdő háziasszony is próbálgathatja, hogy tud-e ehetőt főzni. De ha nem akar hónapokig kozmás, agyonsózott vagy éppen ízetlen ételeket tálalni férjének, akkor igénybe kell vennie a szakácskönyvet vagy anyósának tanácsait.

Olvasó Ne gúnyolódj, nem így értettem a próbálgatást! Mérésekkel ellenőrzött változtatásokról beszéltem.



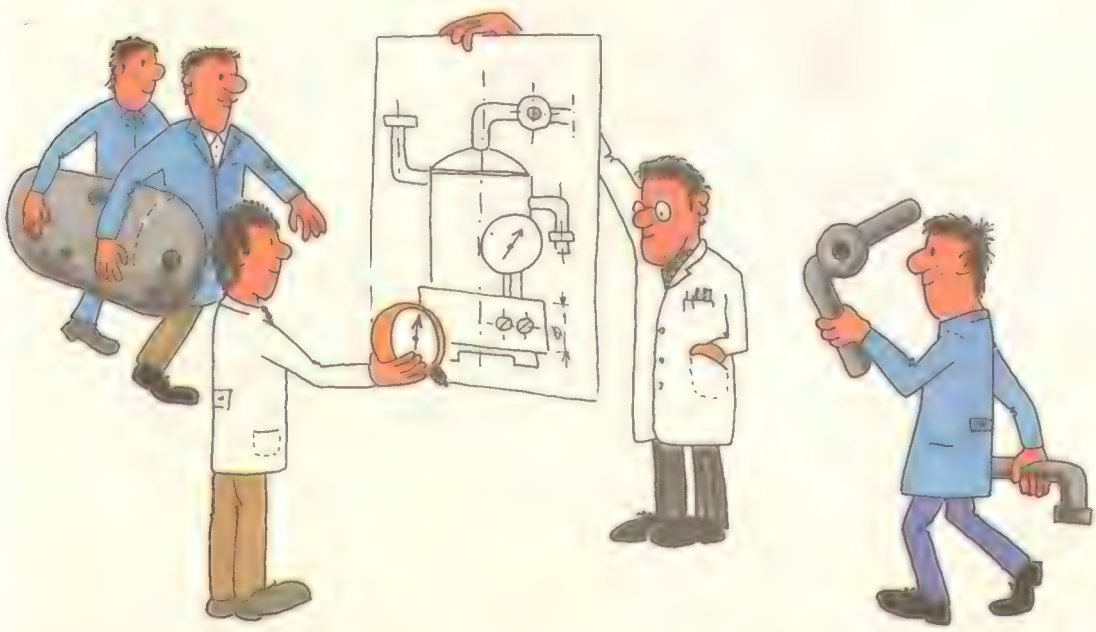
Szerző Ez sem jobb! A mérés még nem kísérlet! Németh László írja GALILEI kísérletező szelleméről, hogy „az elébe kerülő jelenségeket apró problémákra bontva kérdéseivel válaszra kényszeríti". A kísérlet nem képzelhető el előzetes elméleti vizsgálatok nélkül. A kísérlet: megfelelő elméleti megalapozás után kialakított elgondolás, következtetés helyes vagy helytelen voltának ellenőrzése. A kísérlet (amelyen nem az iskolai, ún. demonstrációs, vagyis bemutató kísérleteket értjük) lehet kérdező vagy választ adó kísérlet. „A természet némán megmutat egy képet, de sohasem magyaráz. Az embernek magának kell... megfogalmaznia azokat a pontos, gyakorlati kérdéseket, amelyekre a természet a maga pontos, de hallgatag, bólintásokból és képekből álló jelbeszédével válaszol.*" Mindez napjainkban még fokozottabban igaz: a megoldandó feladatok egyre összetettebbek, egyre inkább szükség van a tudományágak összefogására, együttműködésére.

Olvasó Az elméletek közötti kapcsolatról már többször beszéltünk, de hogyan képzeled az együttműködést a kísérleti munkában? Nem állhat ott minden kísérleti berendezés körül egy tucat szakember!

Szerző Nem a berendezést kell körülállniuk: az előkészítő és az értékelő munkában kell a kapcsolatot megtalálniuk. Ennek a kapcsolatnak a kialakítását pedig — többek között — az teszi lehetővé, ha felismerjük a hasonlóságot a magunk és a mások berendezései között.**

Olvasó Könnyű így kimondani, de hogyan lehet akár csak két gépészeti berendezés hasonlóságát is felismerni?

Szerző Ha nem haragszol, ezzel a következő beszélgetésünkben foglalkozunk!



* *Selye János:* Álomtól a felfedezésig. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1967. 365. old.

** A tudományos megismerés módszereivel részletesen foglalkozik M. W. Wartofsky (137. oldalon idézett műve).

5. Történetek ugyanarról (vagy talán mégsem?)

A megjósolt katasztrófa

1870-ben, Angliában egy „csodálatos" hajót építtetett az Admiralitás. A büszke Capitan tervei mindenkit lenyűgöztek. A kor egyik tudósa, Reed nem elégedett meg a csodálattal. Elkészítette a hajó modelljét és a laboratóriumi kísérletek után megdöbbenve tapasztalta, hogy a hajó vízre bocsátása elkerülhetetlenül katasztrófához vezet. Sietve értesítette erről az Admiralitást, ahol azonban semmibe vették jóslatát. Nevetve gúnyolódtak is rajta, aki „egy fürdőkádban játékhajóval szórakozik, és így akarja tanítani a vén tengeri medvéket". Súlyos árat kellett fizetniök a gúnyolódásért. Szeptemberben, egy viszonylag csendes napon, a hajó „váratlanul" felfordult és 550 utasából csak 17 menekült meg.

A jövő év divatja

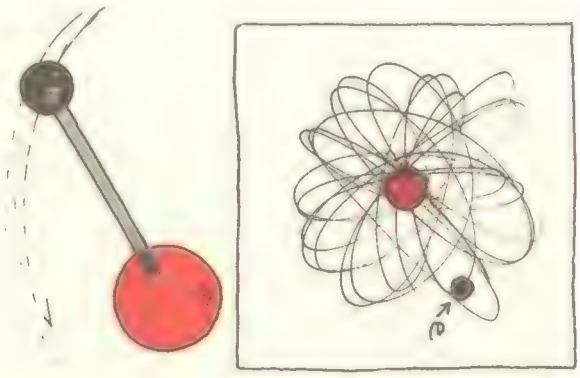
A kereskedelem és meghívott szakértők előtt tegnap mutatták be hazai cipő- és ruhagyáraink legújabb modelljeiket. A több száz modell közül a helyszíni szavazatok alapján választották ki azokat, amelyek tömeggyártását a következő hónapban elkezdik. A legtetszetősebb modellek szállítására már a helyszínen szerződést kötöttek a gyárak és a kereskedelem képviselői.

Megérdemelt győzelem

N. N. sokéves fáradságos munkáját és szorgalmas felkészülését siker koronázta. A legutóbbi modellező-világbajnokságon a maga készítette repülőgépmodellel kettős győzelmet aratott: első lett a „tartamrepülésben", több mint 10 perccel tovább maradt fenn gépe a levegőben, mint a többi versenyzőé és első lett az ügyességi versenyben is: távirányítású gépével valamennyi léggömböt egyszeri rárepüléssel eltalálta. A két aranyérem boldog tulajdonosa elmondotta, hogy 10 éve került az MHSZ modellezőkörébe és sikerét elsősorban ottani mestereinek köszönheti.

Részlet egy fizikaóráról

...Az asztalon láthatjátok a hidrogénatom modelljét. A középen levő piros labda az atommagot, a drótra erősített kicsiny golyócska az elektront ábrázolja. A valóságban persze a kép sokkal bonyolultabb. Egyszerű szemléltető modellel nem is lehet ábrázolni az elektron „felhőszerű" pályáját. Később, amikor majd a mikrofizika törvényeivel jobban megismerkedtek, az atom felépítésének matematikai modelljéről is hallani fogtok. Tanulmányaink jelenlegi szintjén azonban ez az egyszerűsített modell is jó arra, hogy az atom szerkezetét, az atomok molekulákká kapcsolódását megérthessük...



Tudósítás a lipcsei vásárról

...Mindenki számára élményt jelentett az újabb modellek bemutatása. Századunk elején a modellek kimondottan kisgyermekeknek, játékszerként készültek. Napjainkban azonban a modellek gyűjtése minden korosztályra kiterjed, szenvedélyes művelői között egyre több a 30 éven felüli. A kiállítás teljes keresztmetszetét adta az elmúlt év modelltípusainak: a különböző méretarányú vasútmodellekhez különféle épületmodellek, terepasztalok és tereptárgyak készülnek. Sok újdonsággal találkoztak az autó-, a hajó- és a repülőgép-modellezés hívei is. A világon jelenleg kb. 200 gyár készít különböző modelleket. Egyes gyárak gyártmányválasztékukkal átfogják az egész modellezést: a vasúttól a repülőgépig, az önjáró gépkocsitól a mozgatható emberekig, a modern autópálya közlekedéstől a középkori tengeri csatákig...

Pincért helyettesít a modellvasút

Egy hesseni vendéglős ötletesen segített a személyzethiányon. Az italpult és az asztalok közötti körpályán villamos játékvasút közlekedik. A vendég egy cédulára felírt rendelését a teherkocsiba helyezi és a legközelebbi fordulónál már megérkezik a kért ital és a számla. Ugyanígy továbbítják a számla összegét és a visszajáró pénzt is. A vendégek nagyon élvezik a vonatozást, különösen a modellezés hívei keresik fel gyakran a vendéglőt, a vasútmodell (vagy „pincérmodell"?) kedvéért.

Részlet a Magyar Értelmező Kéziszótárból

Modell fn **1.** Minta(darab). *Műszaki* Öntőminta. *Ruházati* Szabásminta; Eredeti terv alapján készült (egyedi) ruha(darab). **2.** Építménynek, szerkezetnek méretarányosan kicsinyített mása. *(A gép modellje.)* Repülőmodell. Hajómodell. **3.** Az, akiről, amiről képet, szobrot, esetleg irodalmi ábrázolást készítenek. *Művészet* Ilyen alkotáshoz a művésznek díjazásért mintaként álló, ülő stb. személy. **4.** *Tudomány* Valamely jelenség, rendszer jellemzőit, összefüggéseit kifejező, ábrázoló, jelképező logikai vagy matematikai formula, képlet.

6. Modellezés

Meglepő dolgaid vannak; minden átmenet nélkül „bedobsz" történeteket, könyv- és újságszemelvényeket, anélkül, hogy valami köze lenne mindahhoz, amiről beszélgetünk! **Olvasó**

Néha nem árt egy kis kikapcsolódás. **Szerző**

Nem hiszem, hogy ezek a „modelltörténetek" csak a pihenést szolgálnák. **Olvasó**

Magad mondtad, hogy „semmi köze ahhoz, amiről beszélgetünk". Akkor beszéljünk másról? **Szerző**

Nem kell mindjárt megsértődni; sejtem, hogy a modellezéssel akarsz foglalkozni, de ezeknek a történeteknek — az első kivételével — a technikai modellekhez igazán nincs közük. Sok mindenről szólnak, de csak az a közös bennük, hogy mindegyikben szerepel a „modell" szó. **Olvasó**

Ez talán nem elég? Hiszen a modellezésről beszélünk! **Szerző**

Talán játék- vagy ruhamodellezésről? **Olvasó**

Természetesen nem! Csak a technikai feladatok megoldására használt modellekkel foglalkozunk, de az eddigiekből kitűnik, hogy a modell szón igen sokféle dolgot értenek. Ez csak akkor baj, ha a különböző modellek értelmezését összekeverjük. (A modellek csoportosításával, a modell fogalom általános értelmezésével most nem foglalkozunk*.) **Szerző**

Modellről mindig csak valamihez (a modellezendőhöz viszonyítva beszélhetünk. (Nincs általában modell, csak mindig *valaminek valamilyen szempont szerinti modellje* létezik!) A mi feladatunk: technikai rendszerek vizsgálata, s ezért — a következőkben — csak adott technikai rendszerek modelljeivel foglalkozunk.

Szóval technikai berendezések kicsinyített másairól lesz szó? **Olvasó**

Várjunk még ezzel a kijelentéssel. Egyelőre csak annyit mondunk, hogy technikai rendszerek vizsgálatára szolgáló modelleket tárgyalunk. A leírás módszere lehet matematikai vagy képi (esetleg szöveges). A vizsgálat módszere lehet: számítási vagy kísérleti. Ennek megfelelően beszélhetünk a rendszer képi (vagy szöveges) modelljéről, ill. a matematikai modellről. Ez utóbbi a vizsgált rendszerben végbemenő folyamatok törvényszerűségeit és a rendszerre jellemző egyértelműségi feltételeket írja le a fizikai mennyiségek közötti összefüggések alakjában. **Szerző**

Erről már szó volt, amikor a mérlegegyenleteket tárgyaltuk. **Olvasó**

Most nem is beszélünk sem erről, sem a számítási modellről, amely a matematikai modellből előállított algebrai összefüggések közvetlen számításokra (pl. számító- **Szerző**

---

* *Lotman, J. M.:* Szöveg, modell, típus (Gondolat, 1973.) c. műve a modell általános értelmezését; *Szücs E.:* Hasonlóság és modell (Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1972.) a műszaki modellek elméleti és kísérleti kérdéseit ismerteti. *Pietrasinski* részletesen foglalkozik a hasonlóság szerepével az alkotó munkában (A helyes gondolkodás pszichológiája, Gondolat, Budapest, 1967. 42. és 223. old.).

gépi program elkészítésére) alkalmas rendszere. Ez a technikai feladatmegoldás fontos és egyre szélesebb körben alkalmazható módszere, de most csak a másik — ugyancsak nélkülözhetetlen — módszerrel: a kísérleti modellel foglalkozunk.

Olvasó Tehát mégiscsak az eredeti technikai berendezés arányosan kisebbített másához jutunk el.

Szerző Szerinted egy játékvasút vagy egy matchbox is modell?

Olvasó Természetesen én sem játékra gondoltam, hanem olyan berendezésre, amivel kísérleteket lehet végezni; meg lehet mondani, hogy az eredeti berendezés hogyan fog viselkedni, milyen változtatásokkal lehet jobb hatásfokot, nagyobb üzembiztonságot biztosítani.

Szerző Nem kell lebecsülni azért a játékmodelleket sem; okosan játszva is meg lehet tanulni a technikai rendszerek sok-sok fontos jellemzőjét. Abban azonban igazad van, hogy számunkra most lényegtelen az, hogy lehet-e vele játszani vagy sem, a lényeg: a modell kísérleti berendezés. Mi a véleményed: mi biztosítja, hogy a modellel folytatott kísérletek eredményeit a valódi (a vizsgált) rendszerre is fel lehessen használni?

Olvasó Hát az, hogy a modell és a vizsgált rendszer egymáshoz hasonlók.

Szerző Ez igaz, de mit értünk hasonlóságon?

Olvasó A hasonlóság szót rendszeresen használjuk. Ránézéssel is megállapítjuk két dologról, hogy hasonlóak egymáshoz vagy sem.

Szerző Ránézéssel csak a külső jelek hasonlóságát tudjuk megállapítani.

Olvasó És az nem elég?

Attól függ, miről van szó! Ismétlem: nincs értelme a hasonlóságnak általában; mindig meg kell mondanunk, hogy mi szerinti hasonlóságot vizsgálunk. **Szerző**

Ez nekem magas! Mi az, hogy „mi szerint"? **Olvasó**

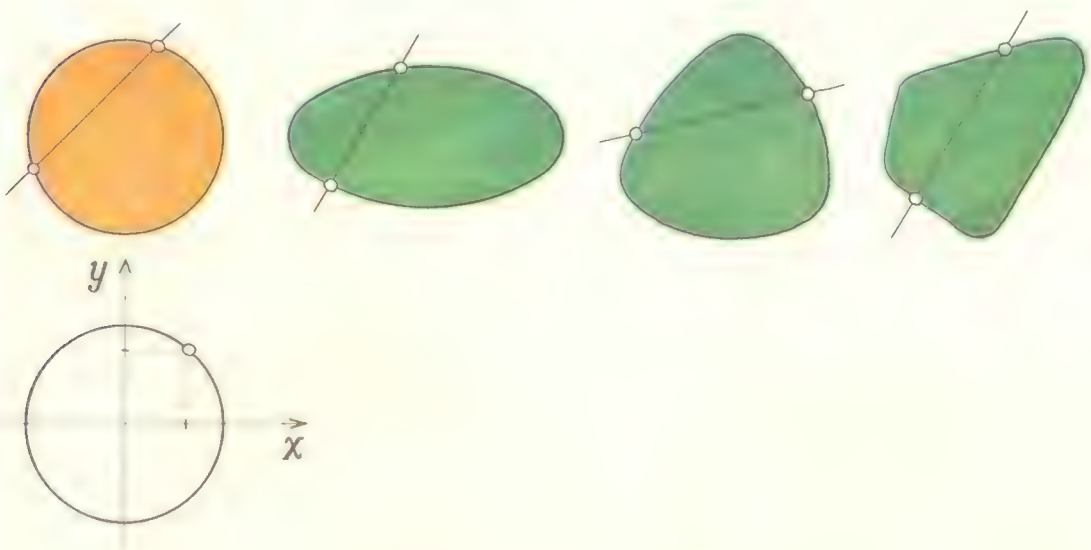
Ejnye, megfeledkeztél arról, hogy a tárgyakat, a rendszereket hogyan jellemeztük? **Szerző**

A szoba tárgyainak rendezésére gondolsz? **Olvasó**

Akár arra is! Amikor a szoba tárgyait rendeztük, akkor is a — rendezés szempontjából kiemelt — lényeges ismérvek szerint soroltuk a különböző tárgyakat egy csoportba. Mondhatjuk azt is, hogy az adott szempontból (az adott ismérv szerint) az egy csoportba került tárgyak hasonlóak. Emlékezzünk csak vissza arra is, hogy minden rendszernek végtelen sok tulajdonsága van és ezek közül — az adott feladat szempontjából — lényeges jellemzőket (lényeges ismérveket) kiemeljük, a többieket elhanyagojluk. **Szerző**

Akkor nyilván ezen lényeges ismérvek szempontjából kell a hasonlóságot is vizsgálni? A hasonlóság szempontjából lényeges ismérveket kell megállapítani? **Olvasó**

Pont fordítva! A lényeges ismérvek szerinti hasonlóságot kell megállapítani. Egy példa* (hogy a formáknál maradjunk): a kör ismérve pl. az is, hogy olyan zárt görbe, amelynek kerületét bármely egyenes legfeljebb két pontban metszheti. Ez valóban jellemző a körre, de nemcsak a körre. Az itt látható valamennyi zárt görbe rendelkezik ezzel az ismérvvel. A lényeges ismérv csak az adott fajtára jellemző, másra nem. Így a kör lényeges ismérve: olyan síkidom, amely kerületének minden pontja egy adott ponttól egyenlő távolságra van. A kört ennek alapján rajzban is megadhadjuk (a körzővel ezt a lényeges ismérvet valósítjuk meg), de egyenlettel is: $x^2 + y^2 = r^2$. **Szerző**



* *Rakitov, A.*: A tudományos ismerete anatómiája. Kossuth, Budapest, 1971. 35. oldal nyomán.

Olvasó Úgy érzem, megint eltérünk a tárgytól és geometriával kezdünk foglalkozni.

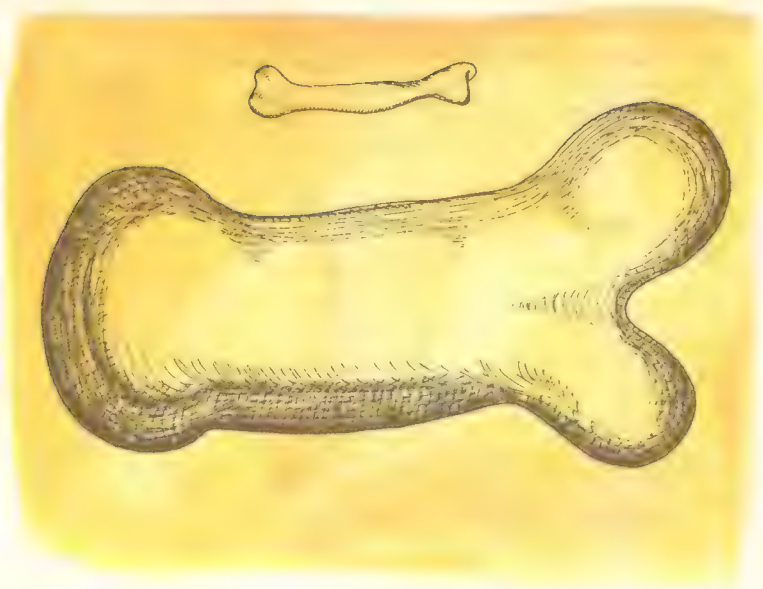
Szerző A geometriai hasonlóság szemléletessége segít abban, hogy néhány fontos fogalmat megértsünk. Azt kell észrevennünk, hogy az előbbi egyenlet akkor is változatlan marad, ha minden méretet megnövelünk, mondjuk *c*-szeresére. És ami még ennél is fontosabb: bármilyen méretnövelés során a kör *K* kerületének és *D* átmérőjének viszonyszáma ugyanaz marad: $K/D = \pi = 3{,}1415926536\ldots$ A „pi", az ún. Ludolf-féle szám értéke a méretnöveléssel szemben *invariáns* (változatlan). Bármilyen szempont szerinti hasonlóság köti össze a modellt és a modellezettet, mindig azokat a jellemzőket kell keresnünk, amelyek — az adott szempont szerint — invariánsak maradnak: ezek segítségével lehet a modellből kapott információkat kiterjeszteni a modellezettre. Ha erre nem ügyelünk, könnyen beleeshetünk a „káros analógia" csapdájába.

Olvasó Hogy lehet a hasonlóság káros? A modell — akár játék, akár kísérleti eszköz — mindenképpen hasznos.

Szerző Ha valóban modellje a modellezettnek és nem csak hiszik róla azt, hogy modell.

Olvasó Már tisztáztuk, hogy a geometriai hasonlóság alapján bárminek elkészíthető a modellje.

Szerző Ha így lenne, akkor matchboxokkal lehetne modellezni a gépkocsiütközéseket; nem lenne szükség a drága Oszkár-kísérletekre, vagy a karosszéria kialakításához használt óriás szélcsatornákra. Igaz, sokan még ma is a geometriai hasonlósággal azonosítják a hasonlóságot. Ha a méretek arányos növelése vagy csökkentése nem befolyásolná valamely rendszer működését, nagyon egyszerű dolgunk lenne. Nem



kellene mást csinálni, csak egyszerűen kicsiben megépíteni egy nagyon nagy, vagy nagyban egy igen kicsiny berendezést, máris kész lenne a modell és azon tanulmányozhatnánk az eredeti rendszer tulajdonságait. 1638-ban, több mint 300 éve írta Galilei: *„Példaként rajzolok Önnek két csontot, amelyek közül a nagyobb a kisebbnél csak háromszor hosszabb, de oly mértékben megvastagítva, hogy ugyanolyan biztonsággal hordozza a nagyobb élőlényt, mint a kis csont a kisebbet. Láthatja, mennyire képtelenül kövérnek tűnik az ilyen megnövelt csont. Világos, hogy aki meg akarná őrizni a szokásos emberi test részeinek arányait a megnövelt méretekben, valamilyen másfajta „csontanyagot" kellene, hogy használjon, amely szilárdabb; vagy olyan „testanyagot", amely kisebb súlyú. Ellenkező esetben a méretnövelés arra vezetne, hogy saját önsúlya alatt széttörne a test"*. Galilei mutatott rá először arra, hogy a geometriai hasonlóság a méretarányok egyszerű változtatása (gyakran) kizárja, hogy az eredetihez, működésében, felépítésében, jellegében hasonlót nyerjünk.

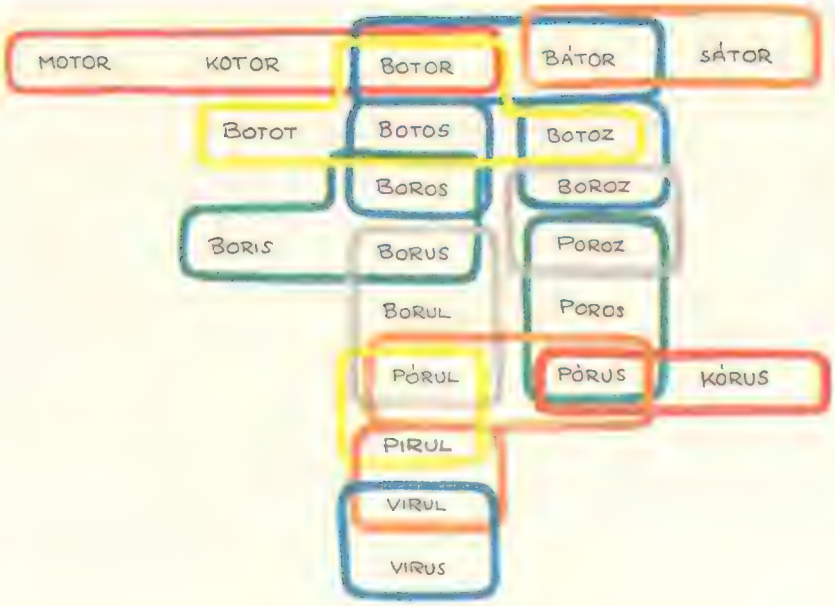
Ez számomra meglepő! Ezek szerint a hasonlóságnak nem feltétele a geometriai hasonlóság? **Olvasó**

Attól függ, hogy mi szerinti hasonlóságról beszélsz! A külalak, a forma szerinti hasonlóságnak természetesen feltétele a geometriai hasonlóság. De a *működés*, a *tartalom* szerinti hasonlóságnak gyakran édeskevés köze van a forma hasonlóságához. Nincs a világon két olyan dolog, ami teljesen egyforma lenne. Amikor hasonlóságról beszélünk, mindig hozzá kell tennünk, hogy milyen tulajdonságok hasonlóságáról van szó. Például tekintsük az öt betűből álló értelmes magyar szavakat. **Szerző**

Hogy kerül a csizma az asztalra? **Olvasó**

Mindjárt megmutatja nekünk ez a csizma a káros analógia veszélyét is. Elég-e azt mondanunk, hogy két szó hasonló egymáshoz, ha csak egy betűjében különbözik? **Szerző**

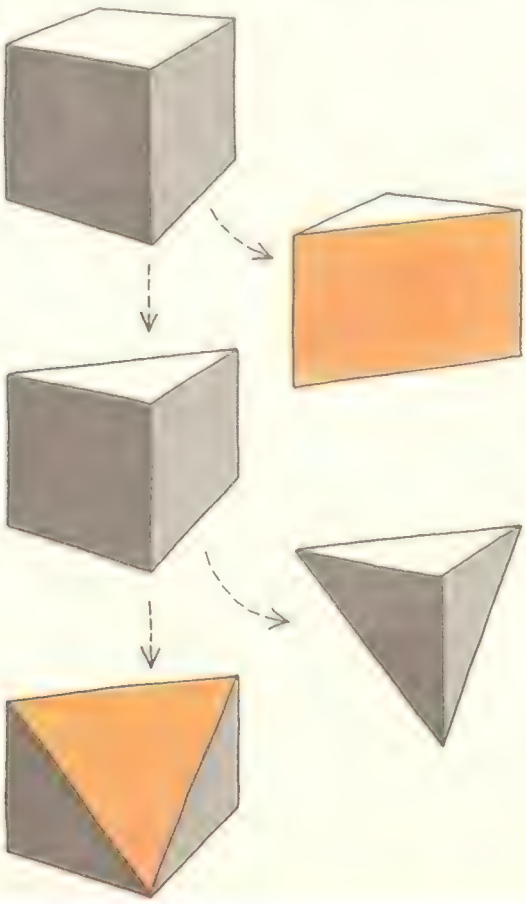
Azt hiszem, igen. **Olvasó**



Szerző Akkor kövessük e szerint a szavakat például a „motor”-tól: MOTOR — BOTOR — BOTOZ — BOROZ — POROZ — POROS — PÓROS — PÓRUS — PÓRUL — PIRUL — VIRUL — VÍRUS. A „motor” hasonló a „vírus”-hoz!?

Olvasó Ez csalás! Minden betűje és az egész szó értelme is más.

Szerző Nem csaltunk, csak rosszul értelmeztük a hasonlóságot. Ugyanezt geometriailag is levezethetjük: „hasonló egymáshoz két idom, ha legalább két oldala megegyezik”. Így kapunk a kockából téglatest alapú gúlát.



De hát nem ez a geometriai hasonlóság meghatározása! **Olvasó**

Persze, hogy nem! (Valójában: hasonló két geometriai idom, ha a megfelelő oldalak egymással arányosak, a közbezárt szögek pedig rendre megegyeznek.) Ezzel csak azt akartam megmutatni, hogy a rosszul értelmezett hasonlóság mennyire tévútra vezethet. A feltételek, a szempontok nem egyértelmű rögzítése, a „szomszédok látszólagos hasonlósága" ezen a kis rajzsorozaton is jól követhető. **Szerző**

Most már végleg összezavartál. Hogy mit nem szabad, azt már sejtem, de hogy mit lehet vagy kell, arról halvány elképzelésem sincs! **Olvasó**

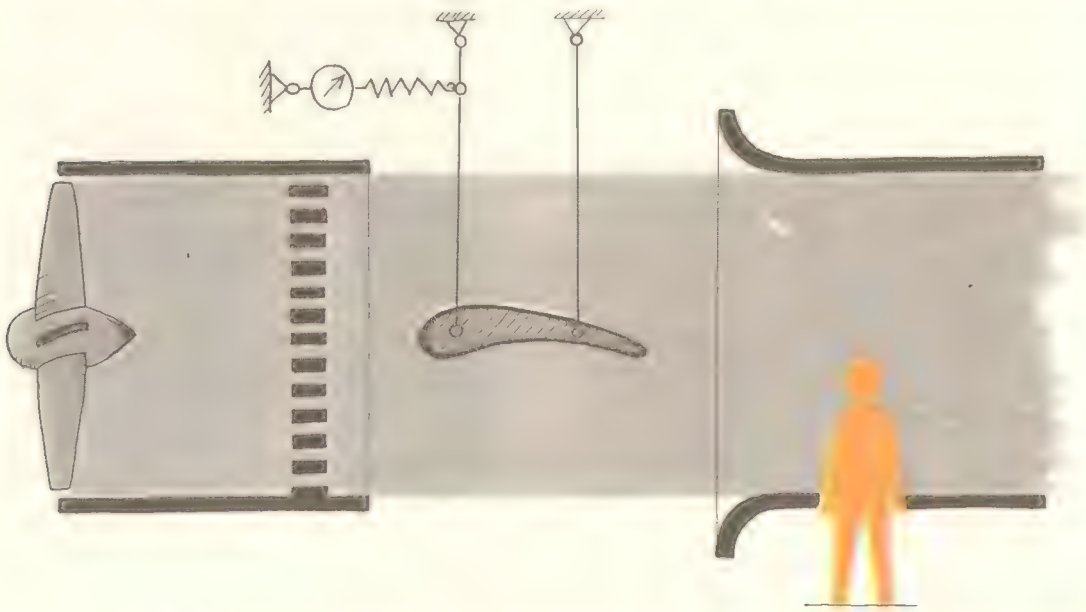
Hadd ismételjem meg: A hasonlóságnak *általában* semmi értelme sincs. Beszélhetünk azonban formai vagy tartalmi hasonlóságról. Amikor a forma hasonlóságát tekintjük, elvonatkoztatunk a tartalmi különbségektől. Már az ókor tudósai felismerték, hogy egyes tárgyak, földdarabok méreteire vonatkozó összefüggések nem függnek attól, hogy mit tartalmaznak, mi az anyagi tulajdonságuk. Így pl. derékszögű háromszögre vonatkozó ismert Pythagoras-tétel egyaránt érvényes a tölgyfákkal borított háromszög alakú erdőre és a füves tisztásra. A kör alakú tó, a pénzdarab vagy egy malomkerék kerülete és átmérője között ugyanaz a viszony. Amikor viszont a működés (az anyagi tulajdonságok) hasonlóságáról van szó, akkor a formai különbségeket kell figyelmen kívül hagyni. A működés szempontjából lényeges ismérveknek kell hasonlóknak lenniük. Ezek felismeréséhez pedig a működést jellemző matematikai összefüggésekből kell kiindulnunk. **Szerző**

Nem lehetne a tartalmi hasonlóságot is matematika nélkül megmagyarázni? **Olvasó**

Szerző Nagyon nehezen és csak felületesen. Erről írja Poincare*: „*A matematikai szellem tanít meg bennünket arra, hogy felismerjük az igazi, a mély analógiát, amelyet a szem nem lát, csak az ész sejt*". De azért ne ijedj meg, itt és most **nem fogunk a hasonlósági módszer matematikájával foglalkozni. Igaz, hogy a hasonlósági modellek ezernyi változatát sem tudjuk ismertetni.

Olvasó Már megint a „technikai érdekességeknél" hagyod abba!

Szerző Hidd el, hasznosabb és időszerűbb, ha az ilyen ismereteket a folyóiratokból, a rádió- és tv-műsorokból szerzed be. A modellezési technika is rohamosan fejlődik. A történetünkben említett Reed még nagyon primitív eszközökkel dolgozott; korunkban a hajómodellezéssel óriási csarnokokban, számítógépes irányítással és adatfeldolgozással mérnökök és laboránsok százai foglalkoznak. Műszerek, elektronikus szerkezetek kialakításának egyik kikerülhetetlen szakasza az ún. „deszkamodell", amelyen előzetesen ellenőrzik a rajztáblán kialakított berendezés várható működését. Hatalmas szélcsatornákban vizsgálják nemcsak gépkocsik, repülőgépek modelljeit, de újonnan építendő városrészek, magasépületek körüli várható szélviszo-



nyokat is. A vízerőművek, a folyószabályozások építését laboratóriumi modellkísérletek előzik meg. Új kazánokat, tüzelőberendezéseket előbb modellezik, s csak a modellen végrehajtott változtatások eredményeként kialakított legjobb konstrukciót építik meg. Sorolhatnám még napokig, hiszen rég elmúlt már az az idő, mikor a „modellezést" egyfajta játéknak, hobbynak tekintették. Ma már ez a kísérleti kutatás szerves része.

Olvasó És mindezek geometriailag nem is hasonlók a kialakítandó berendezéshez?

Szerző Van, amelyik formájában is hasonlít a modellezetthez, van amelyik nem. Értsd meg: nem ez a lényeg! Ha egyszerűbb és ha lehetséges a formai hasonlóságot is megtar-

---

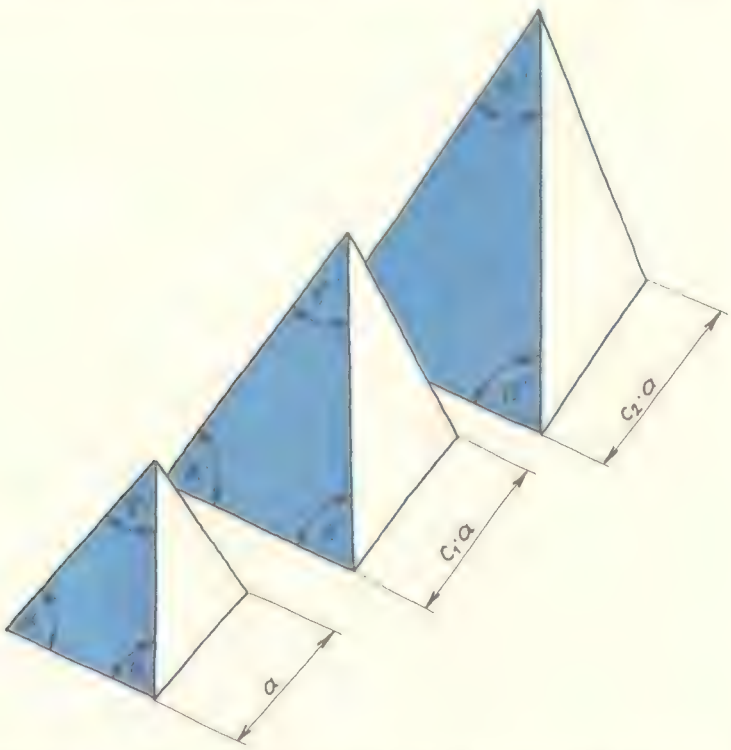
* *Henri Poincare* (1854—1912) kiváló francia matematikus és fizikus „A tudomány értéke" c. művében foglalkozik a hasonlóság matematikai megfogalmazásával is.

** Részletesebben lásd a (már idézett) *Szücs E.*: „Hasonlóság és modell" 1.—4. fejezetét.

tani, akkor (és csakis akkor) a kísérleti modell geometriailag is hasonló a vizsgált rendszerhez. A lényeg: a működés hasonlósága. Ezt pedig (ha a mi szintünkön, tehát egyszerű formában akarjuk jellemezni) a bemenettel, a rendszer „átalakító hatásával" (helyesebben: transzfer képességével) és a kimenettel adhatjuk meg.

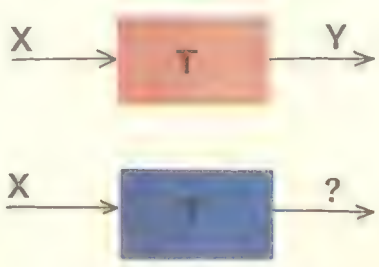
Olvasó Jól értem: a két rendszer bemenetének, transzferjének és kimenetének kell hasonlónak lenni? Hogy lehet egy bemenet egy másik bemenethez hasonló? Ugyanolyan alakú vagy színű...

Szerző Stop! Már megint alak, szín... Szakadj már el a „szemmel látható" ismérvektől. A geometriai hasonlóságnál arról is beszéltünk, hogy egy idom minden méretét *c*-szeresére növelve hozzá hasonló idomot kapunk. Itt csak erre a *c*-re van szükségünk.



Olvasó No csak! „Egy rendszer bemenetét *c*-szeresére növelve egy hozzá hasonló rendszert kapunk!" Ezt akartad mondani?

Szerző Ez mindenesetre szükséges, de még nem elegendő. Ez a kis ábra talán világosabbá teszi, hogy mit akarok mondani. Az *X* a rendszer bemenetét, *Y* a kimenetét jelzi és *T* az a transzfer képesség, amely a bemenet bármely *X* értékéből meghatározott értékű *Y* kimenetet állít elő. Ha mindhárom (*X*, *Y* és *T*) ismert, akkor nincs mit vizsgálni; a rendszer működését tökéletesen ismerjük. Modellre (vagy bármilyen



vizsgálatra) csak akkor van szükség, ha a három közül egyiket nem ismerjük. Gyakori feladat, hogy *X* és *T* ismeretében akarjuk megtudni, milyen lesz a kimenet, az *Y*. Más szóval: tudni akarjuk, hogy a rendszer, amit készítünk, hogyan fog működni a bemenet különböző értékei között.

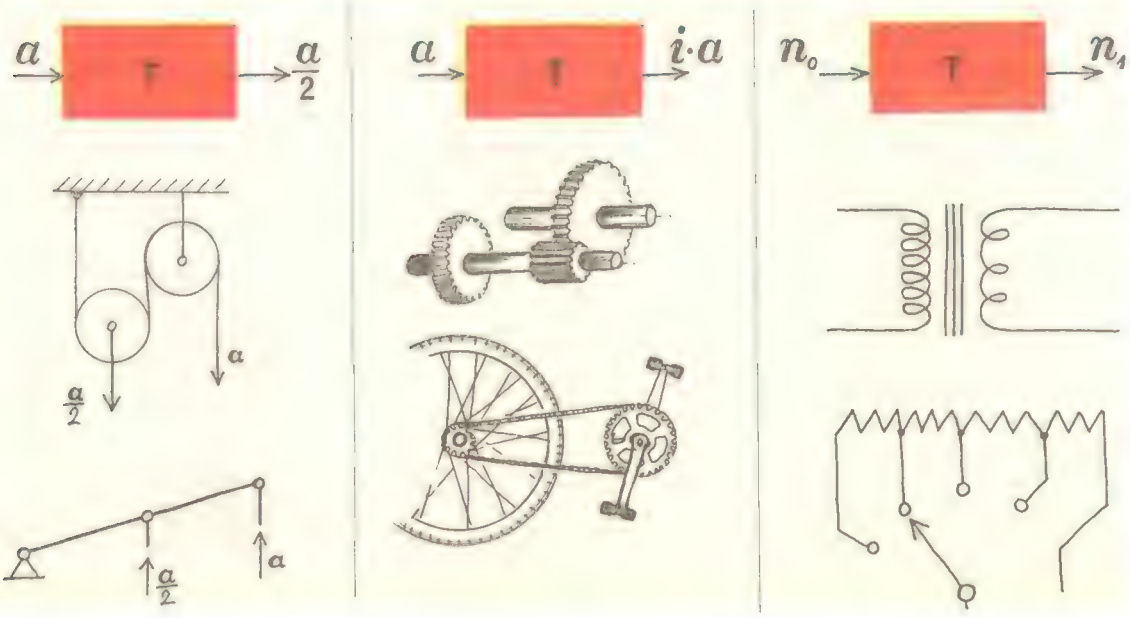
Olvasó Ha kész a berendezés, akkor ez igazán egyszerű feladat: változtatjuk a bemenetet és megmérjük a kimenetet.

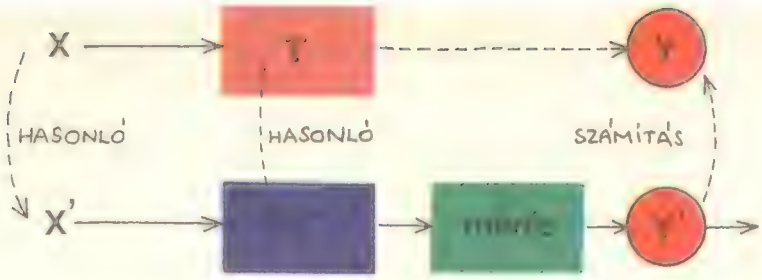
Szerző Vagyis: a pudding próbája az evés, ahogy az angolok mondják. Kicsit költséges ellenőrzés! Képzeld el, ha egy sok százmillió forint költséggel megépült „pudding"-ról „evés" közben derül ki, hogy rossz. Jó lenne előre megtudni: milyen „ízek" várhatók. Vagy talán jobb, ha magyarul beszélünk: mielőtt megépül a berendezés, már akkor tudnunk kell, hogy hogyan fog működni.

Olvasó Erre szolgál a modell?

Szerző A modell is! Mert a számítások, méretezések, más berendezéseken szerzett tapasztalatok mind-mind arra szolgálnak, hogy az új alkotás várható működéséről már előre is elképzeléseink legyenek. Igen gyakran azonban modellezés nélkül, kísérletek nélkül nem tudunk megbízhatóan „előrelátni". A modellépítésnél nem támaszkodhatunk a kimenet hasonlóságára, hiszen éppen a kimenetet kell meghatároznunk, az az ismeretlen.

A követendő eljárás: létrehozunk egy olyan kísérleti berendezést, amelynek „transzformációs tulajdonsága" hasonló a modellezendő rendszeréhez. Egyszerű példák az ábrán látható különböző berendezések, amelyek mindegyike ugyanolyan mértékben, bár különböző módon alakítja át a bemenetet kimenetté. Ezek mindegyike egymás modellje lehet. Ha az ilyen berendezéseknél az egyik bemenete hasonló (arányos) a másikhoz, akkor a kimenetek is hasonlók lesznek. A modellezés lépései: ismerni kell a vizsgált rendszer transzfer tulajdonságát és bemeneti jellemzőinek értékeit. Előállítunk egy olyan rendszert, amelynek transzfer tulajdonsága ehhez hasonló; ezen beállítjuk a vizsgált rendszer bemenetéhez hasonló bemeneti értékeket. Megmérjük a modellben a kimenetet és ennek alapján kiszámítjuk a vizsgált rendszer várható kimenetét.





Olvasó Borszasztóan egyszerűnek nem mondható, de azért — azt hiszem — értem. Legfeljebb az nem világos, hogy amikor tudjuk, hogy a kimenet (az ábra szerint) *i*-szerese a bemenetnek, akkor minek kell egyáltalán modell meg kísérlet, miért nem számoljuk ki.

Szerző Az ábra csak egyszerű példa volt a transzfer tulajdonság hasonlóságára. A modellezésnél a rendszer transzfer tulajdonságai ennél lényegesen bonyolultabbak és általában differenciálegyenletekkel lehet csak megadni. Ezért mondtam, hogy „a hasonlósági módszer matematikájával" nem tudunk foglalkozni. A szemlélethez talán ennyi is elég volt.

Olvasó Megígérem, hogy mire modellt kell építenem — no nem játékot, hanem igazi kísérleti modellt — addigra talán a differenciálegyenletekkel is jóba leszek!

Szerző Még valamit: Sehol sem kötöttük ki azt, hogy a modell csak laboratóriumi berendezés, külön erre a célra készült rendszer lehet. Tudjuk, hogy a modell valamihez viszonyítva, valamilyen szempont szerint modell. Ilyen értelemben a „modellezés elmélete" nemcsak arra jó, hogy egy-egy új berendezés várható működését kísérletileg meghatározzuk. A meglevő, üzemben levő berendezéseken, rendszereken végzett vizsgálatok is modellvizsgálatnak foghatók fel: a kapott eredmények kiterjeszthetők a vizsgálthoz (adott szempont szerint) hasonló minden berendezésre, rendszerre. Értelemszerűen a modellkísérletekre is vonatkozik Poncelet, a projektív geometria megalapítójának megállapítása: *„Ha egy alakzat a másikból folytonos változtatás útján nyerhető és ugyanolyan általános, mint az első, akkor az első alakzatra bebizonyított tulajdonságok minden további vizsgálódás nélkül átvihetők a másikra"*. Azt hiszem, mindebből kitűnt, hogy az alkotás nemcsak ötletgazdagságot igényel, hanem tudományos ismereteket, gyakorlati tapasztalatokat és szívós, tervszerű kutatómunkát is. Ezek nélkül az ötlet könnyen válik téveszmévé, az alkotás pedig elérhetetlen célok utáni kilátástalan küszködéssé.

Olvasó Mindez nemcsak a kísérleti munkára igaz, hanem mindennemű alkotó tevékenységre. Érdeklődéssel várom a folytatást.

Szerző Ki kell, hogy ábrándítsalak! A folytatás ezúttal elmarad.

Olvasó Csak nem akarod befejezni a könyvet?

Szerző Valahol el kell vágni a beszéd fonalát!

Olvasó Kissé korai lenne ezt most megtenni. Átgondolva mindazt, amiről eddig szó volt, nem hiszem, hogy a technika és a technikai alkotás minden kérdését megbeszéltük.

Szerző Akkor legyen az utolsó fejezet címe:

Amikről nem beszéltünk

„Unalmasnak lenni — ennek legbiztosabb módja, ha mindent elmondunk...
(Voltaire)

Szerző „Teljességet" vársz tőlem, ill. e könyvtől. Vedd azonban figyelembe, hogy sem az én felkészültségem, sem a könyv terjedelme nem elegendő arra, hogy átfogja a technika egészét! *Egyetlen* könyv, egy szerző nem helyettesítheti a technikával foglalkozó könyvtárnyi irodalmat. Célom legfeljebb csak az lehetett, hogy ennek az irodalomnak a tanulmányozásába bevezessen, a további könyvek olvasásához és rendszerezéséhez szükséges szemlélet kialakításában segítsen.

Olvasó Elismerem, de legalább az alkotással kapcsolatos gondolataidat fejezd be!

Szerző Amiről akartam és tudtam beszélni, arról — itt és most — nincs több mondanivalóm. Igaz viszont, hogy az alkotás (és a technika!) két olyan fontos kérdéséről, mint a tervezés és a szervezés, nem esett szó. Ezekről azonban — akármennyire szeretnénk is — nem tudok (beszélgetéseink stílusában) számodra is érdekeset mondani.

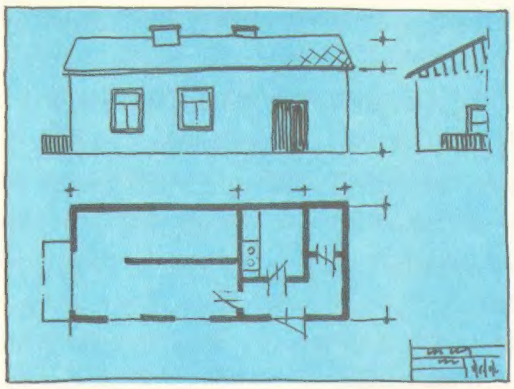
Olvasó De azt sem lehet elfogadni, hogy teljesen hallgass a tervezésről és szervezésről!

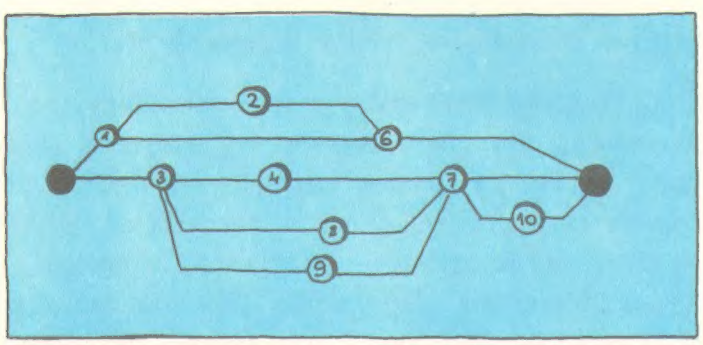
Szerző Pedig talán most rám vonatkozik egy régi közmondás: „Ha hallgattál volna, bölcs maradtál volna". Viszont, ha mindenáron akarod, akkor néhány — nem is biztos, hogy a legfontosabb — gondolat vázlatszerű bemutatását megkísérlem. Elsőként talán a tervszerűségről: Mesélik, hogy Rodin, a híres francia szobrász arra a kérdésre, hogy miképpen hozza létre remekműveit, azt válaszolta: Fogok egy darab márványt és leszedem róla mindazt, ami felesleges. Egyszerű, ugye? „Csak" annyi kell hozzá, hogy agyában előre meglegyen az, ami szükséges: az elérendő alkotás terve. *„A pók a takácséhoz hasonló műveleteket végez, a méh pedig viaszsejtjeinek felépítésével nem egy emberi építőmestert megszégyenít. De a legrosszabb építőmestert már eleve a legjobb méh fölé helyezi az, hogy a sejtet a fejében már felépítette, mielőtt viaszból megépítené. A munkafolyamat végén olyan eredmény jön létre, amely megkezdésekor a munkás elképzelésében... már megvolt"* — írja Marx*. A tervszerű, tudatos munka „kizárólag az ember sajátja"!

* *Marx:* A tőke. I. kötet (Szikra, 1948. 192. old. vagy Marx és Engels Művei 23. kötet 168—169. old.).

Tulajdonképpen ez sem jelent mást, mint a „jövő elképzelését", amiről már több- **Olvasó**
ször beszéltünk.

Valóban, s ez a tulajdonság kezdettől fogva jellemzi az embert. Lényege évezredek **Szerző**
óta változatlan: felismernek valamilyen igényt, ennek kielégítésére felhasználják a meglevő lehetőségeket. A tervnek kettős értelmezése is van: egyrészt elkészítjük a tervét annak, *amit* el akarunk érni (szokás ezt a termék tervének is nevezni); másrészt megtervezzük azokat a teendőket, *amelyekkel* a célokat elérhetjük (ez az ún. cselekvési terv vagy program).





Azt akarod mondani, hogy évezredek óta semmit sem változott az emberi tervező **Olvasó**
tevékenység?

Nem ezt mondtam, csak azt, hogy „lényege változatlan". Valójában a tervezés **Szerző**
fejlődésén is lemérhető az emberiség fejlődése. Századokkal ezelőtt az ember csak a közvetlen, a holnapi igényeit látta és csak legközvetlenebb környezetének lehetőségeit használta fel. Ezért — a térbeli és időbeli — szűklátókörűségért sokszor keményen meg kellett fizetni. Csak egy példa*: a kubai spanyol ültetvényesek, akik a lejtőkön leégették az erdőket és a hamuban elég trágyát találtak egy nemzedék igen nagy hasznot hajtó kávécserjéinek — mit bánták ők, hogy a tropikus esőzések utóbb a most már védtelen televényt magukkal sodorták és csak a meztelen sziklát hagyták maguk után? *„Ahhoz is évezredek munkája kellett, hogy némileg ki tudjuk számítani a termelésre irányuló cselekvéseink természeti hatásait; még sokkal nehezebb volt ez a cselekvések távolabbi társadalmi hatásait illetően. De ezt is megtanuljuk*

* *Engels:* A munka szerepe a majom emberré válásában. Marx—Engels válogatott művek II. kötet, Szikra, 1949. 84. oldal.

lassanként, hosszú, sokszor súlyos tapasztalat árán..." Mennél „felnőttebb" az emberiség annál nagyobb távlatokban (időben és összefüggésekben) képes gondolkodni, tervezni, felismerni cselekedeteinek hatását. Az emberiség akkor válik igazán nagykorúvá, amikor az egyéni érdek sehol sem kerekedhet a társadalmi, a közösségi érdek fölé. Ennek megfelelően a jövő tervezése is az egész emberiség érdekeiből fog kiindulni és azt bontja le mind kisebb és kisebb közösségek tervévé.

Olvasó Szép utópia!

Szerző

Szép, de nem utópia! Hosszú távon elképzelhetetlen, hogy az emberiség egy része olyan társadalmi rendszerben éljen, amely ugyan megköveteli a gyáron belüli szigorú hierarchiát, az egyes emberek alárendelését a gyár (pontosabban: a tulajdonos) érdekeinek, de ugyanakkor felfelé — a társadalom és az emberiség egészére — ezt a hierarchiát már nem tűri el. Az ilyen társadalmi berendezkedés elkerülhetetlenül súlyos válságokhoz, a szellemi és anyagi javak időnkénti tömeges pusztulásához vezet. Amikor — a következő évtizedek várható eredményeiről szólva — arról beszéltünk, hogy „az emberiség alkotó kollektívává változik", ezen azt is értettük, hogy megszabadul azoktól a kötöttségektől, amelyeket az oligarchiák, a nagytőkések egyéni érdekei kényszerítenek rá.

Olvasó Nagyon messze vezet mindez a tervezéstől...

Szerző Csak látszólag! Mert egész tervezési tevékenységünk feltétele (mégpedig alapvető feltétele) a társadalmi rendszer. Az embernek valóban fel kell szabadulnia ahhoz, hogy minden (!) vonalon képes legyen jövőjét megtervezni és (természetesen) terveit megvalósítani. Amit a rendszerszemléletről általában mondottunk, az — szinte egy az egyben — érvényes a tervezésre:

— a „hierarchia" figyelembevétele, más szóval a magasabb (a nagyobb közösségi) érdek érvényesítése a helyi (egyéni, ill. csoport-) érdekkel szemben;

— a különböző szempontok egyidejű figyelembevétele. (Egyre jobban erősödik az az irányzat, amely a gazdasági és műszaki tervezés helyett a társadalomtervezést helyezi előtérbe.)

És mindezekkel együtt jár az, hogy (az ún. „gyorsuló idő" ellenére) időben is messzebbre látunk; a máért nem tesszük tönkre a jövőt.

Olvasó Napjaink környezetvédelmi problémái mást mutatnak!

Szerző

Éppen az a tény, hogy „probléma" a környezetvédelem, mutatja, hogy az ember jobban és körültekintőbben kezd jövőjére gondolni. Tudja, hogy megállítani vagy visszafejleszteni a technikát lehetetlen. De igenis lehet és szükséges a zabolátlan, vadlóként száguldozó (és közben itt-ott pusztító) fejlődési folyamatot ésszerű korlátok közé terelni, a ma és a HOLNAP emberének, az egész emberiségnek fennmaradását és fejlődését tekinteni a legfőbb célnak.

Olvasó Az ilyen szép szólamok még nem oldják meg azokat a problémákat, amelyeket az egyre rohamosabb technikai fejlődés okoz, és amelyek miatt egyesek már a „fejlődés korlátozásáról", sőt „visszafejlesztésről" is beszélnek.

Valóban a technikai fejlődést kell megállítani? Gondolj csak vissza egy kicsit azokra a „válságokra", amelyekről a III. részben beszéltünk, vagy más történelmi példákra! Egyiptom, az ókori görög városok, a római birodalom vagy (hogy „közelebbi" példát is mondjak) a magyar honfoglalók válságát sem a fejlődés megállítása vagy visszafordítása oldotta meg, hanem a régi társadalmi formával való gyökeres szakítás. Az új társadalmi forma keretei között aztán a már-már stagnáló fejlődés is felgyorsult. Korunk problémája sem (elsősorban) technikai, hanem társadalmi. Az új társadalmi rendszer (a szocializmus) az, amely *„feloldja a konfliktust a gazdaság növekedése és az ember fejlődése között, a termelőerők növekedését az ember szolgálatába állítja, hogy a legkedvezőbb feltételek jöjjenek létre az ember alkotóerőinek és képességeinek kibontakozásához"**.

Szerző

És most már valóban engedd meg, hogy ezzel fejezzem be beszélgetéseinket! A szervezett alkotómunka és az alkotómunka szervezése; a vezetés tudománya és a tudomány vezetése; a gépek tervezése és a tervezés gépesítése — mind-mind olyan kérdések, amelyek az „amikről nem beszéltünk" listájára kerülnek**. Köszönöm figyelmedet és türelmedet.

---

* Magyar Filozófiai Szemle, 1977. évi 2. szám, 229. old. *Glezerman* ebben a cikkben az életmód és a fejlődés közötti kapcsolattal foglalkozik. Ugyanebben a számban *Ukraincev* behatóan elemzi a műszaki tudományok és technika, valamint a természet- és társadalomtudományok közötti összefüggést.

** A lista még tovább bővíthető a tanulás és tanítás technikájával, a kutatás és fejlesztés technikájával, és így tovább.

Az illusztráció készítését köszönjük meg együtt

Egri Béla

barátomnak, aki (nemcsak szó szerint) színessé varázsolta olvasmányunkat.

Kiadja a Műszaki Könyvkiadó
Felelős kiadó: Fischer Herbert igazgató
78.0227 — Kossuth Nyomda, Budapest
Felelős vezető: Monori István vezérigazgató

Műszaki vezető: Hegedűs Ernő
Műszaki szerkesztő: Molnár József
A borítót és kötést tervezte: Kecskeméti Kálmán
A könyv formátuma: A4
Ívterjedelme: 36 (A5)
Ábrák száma: 214
Példányszám: 21 650
A papír minősége: 100 g Kossuth ofszet
Betűcsalád és -méret; 12/14 Gill monó
Azonossági szám: 60 842
MŰ: 2692—h—7881
Készült az MSZ 5601 és 5602 szerint